ÜBER DAS

GEFÄSSSYSTEM UND DIE WASSERAUFNAHME

BEI DEN

NAJADEN UND MYTILIDEN.

EIN BEITRAG

ZUR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DER LAMELLIBRANCHIATEN.

DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT ZU BASEL

ÜBERREICHT ALS

HABILITATIONSSCHRIFT

VON

Dr. HERMANN GRIESBACH.

MIT EINER LITHOGR. TAFEL.

LEIPZIG
WILHELM ENGELMANN
1883.

(Separat-Abdruck aus: Zeitschrift für wissensch. Zoologie. XXXVIII. Band.)

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

HERRN

PROFESSOR Dr. JULIUS KOLLMANN (BASEL)

IN VORZÜGLICHER HOCHACHTUNG

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548826_0158

Einleitung.

Ein genaues Verständnis der Lebensprocesse der Mollusken kann nur dadurch angebahnt werden, dass man drei Kardinalfragen zur Beantwortung herbeizieht.

Diese sind:

1) Kreist bei den Mollusken die Körperflüssigkeit, welche man Blut nennt, überall in geschlossenen mit eigener Wandung versehenen Gefäßen, oder befinden sich in den Cirkulationsapparat Gewebslücken eingeschoben, durch welche die Körperflüssigkeit strömt?

2) Besitzen die Mollusken neben einem Ernährungsflüssigkeit führenden Gefäßapparate auch ein besonderes System von Kanälen zur Aufnahme des umgebenden Wassers?

3) Steht der Cirkulationsapparat selbst durch Öffnungen direkt mit dem umgebenden Medium in Kommunikation?

Wenn ich es unternommen habe, diesen Fragen eingehende Untersuchungen bei den oben genannten Familien der Blätterkiemer zu widmen, so sind es wesentlich zwei Umstände, die mich dazu bestimmten.

Schon früher bei einer Arbeit über das Bojanus'sche Organ[1] erregte die krasse Meinungsverschiedenheit, welche in diesem Kapitel der vergleichenden Anatomie herrscht, in mir den Wunsch, hinsichtlich dieser Punkte selbständige Untersuchungen zu machen, leider sind dieselben aus Mangel an Zeit und Gelegenheit mehrfach unterbrochen worden. Diesen Wunsch zu realisiren und die Arbeit ernstlich anzugreifen, bedurfte es nur eines weiteren Anstoßes, und dieser kam mir durch die neuesten Untersuchungen, welche sich dahin entscheiden, dass das Gefäßsystem der Mollusken ein allseitig geschlossenes sei, und eine Wasseraufnahme in das Innere nicht stattfinde.

[1] Griesbach, Über den Bau des Bojanus'schen Organes der Teichmuschel. Arch. f. Naturg. 1877. p. 63 sq. (auch als Dissertation erschienen).

Bevor ich daran gehe, die Resultate meiner eigenen Untersuchungen über die oben genannten Fragen mitzutheilen, dürfte es eben so wünschenswerth als interessant sein, die vielen Ansichten, welche bisher über das vorliegende Thema geäußert wurden, zu verfolgen.

I. Historischer Überblick.

Die ersten Bemerkungen über die Kreislaufsorgane und die damit zusammenhängende Wasseraufnahme bei Mollusken finden wir bei Poli [1] und dem Norweger Rathke [2], welcher eine Abbildung des angeschwollenen Muschelleibes giebt. Cuvier [3] nahm nach seinen Beobachtungen bei Aplysia ein geschlossenes Gefäßsystem an, eben so Bojanus [4] bei Anodonta in seinem bekannten Sendschreiben an Cuvier; auch Meckel [5], doch nicht ohne Bedenken, und Blainville [6] sprechen sich für diese Ansicht aus. Poli's Schüler delle Chiaje [7] wollte ein besonderes Kanalsystem zur Wasseraufnahme bei Gastropoden entdeckt haben und von Baer [8] sagt, dass der ausgestreckte Fuß von Anodonta halbdurchsichtig, wie von Wasser infiltrirt erscheine und dass auf der Schneide desselben sich wenigstens drei Stellen befänden, »an denen die Wasserkanäle offen ausmünden«. »Das Wasser spritzt aber nur aus einer oder zweien dieser Öffnungen zugleich hervor.«

Nach einer späteren Notiz in seinen Beiträgen zur Kenntnis der niederen Thiere [9] (Königsberg, 20. Aug. 1826) soll die Anzahl der Öffnungen auf der Schneide des Fußes 8—10 betragen. Eine Kommunikation des Wassers und der Blutgefäße scheint von Baer indess nicht

[1] Poli, Testacea utriusque Siciliae etc. Parma 1791—1795 und 1826—27.

[2] Rathke, J., Om Dammuslingen (Mytilus [Anodonta] anatinas). in: Skrivter af naturhist. Selskabet Kjøbenhavn 1797. Bd. IV. H. I. p. 139—179.

[3] Cuvier, in: Mémoires pour servir à l'histoire et l'anatomie des Mollusques. Paris 1817 und später: Leçons d'anatomie comparée, redigées par Duvernoy. T. VI. 1839. p. 538 und Regne animal T. I. p. 50. T. III (2. Edit. 1829. 30).

[4] Bojanus, in: Isis. 1819. p. 42—100.

[5] Meckel, in: System der vergl. Anatomie. Bd. V. p. 112. Bd. VI. p. 64.

[6] Blainville, in: Dict. des sc. nat. T. XXXII. p. 109, Paris 1824 und Manuel de Malacologie. Paris 1825. p. 130.

[7] St. delle Chiaje, Memorie sulla Storia e notomia degli animali senza vertebre del Regno di Napoli. IV. 4°. Con un atlante di 109 tav. in fol. Napoli 1823—29.

[8] von Baer, Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte der Muscheln und über ein System von Wassergefäßen in diesen Thieren. Froriep's Not. (Bd. XIII No. 1) 1826. No. 265. p. 6.

[9] Ders., in: Nova Acta physico-medica Acad. Caes. Leopold.-Carolin. V. XIII. p. 597. Bonn 1827.

angenommen zu haben. Auch Osler[1] nimmt derartige Öffnungen im Fuße von Lutraria compressa und Cyprina islandica an. Treviranus[2] hat im Fuße von Solen ensis einen Wasserkanal gesehen; auch Garner[3] bildet auf der Mitte der Fußkante von Psammobia und Cardium eine Öffnung, porus pedatus, wie er sie nennt, ab, die wahrscheinlich zum Durchtritte des Wassers diente. Um dieselbe Zeit stellte delle Chiaje[4] ein Kanalsystem im Fuße und Mantel von Pecten, Solen, Pinna, Mactra dar und nahm bei den Lamellibranchiaten geradezu ein, durch besondere Öffnungen nach außen offenstehendes Blutgefäßsystem an[5]. Souleyet[6] huldigte hinsichtlich des Blutgefäßsystems wieder der Ansicht Cuvier's.

Wenn bisher die Frage nach der Wasseraufnahme in den Muschelleib unentschieden geblieben war, so herrschte doch über die Beschaffenheit der Blut führenden Gefäße allgemein die Cuvier'sche Ansicht, dass dasselbe nämlich nach Art der höheren Wirbelthiere ein im Inneren des Körpers völlig geschlossenes, aus Arterien, Venen und Kapillaren bestehendes sei. —

Da erhob sich hinsichtlich der Kreislaufsorgane der Mollusken eine Stimme, welche sich gegen die Richtigkeit aller bisher geäußerten Ansichten auf das Entschiedenste aussprach und die Lehre Cuvier's und seiner Anhänger für irrig erklärte.

Milne Edwards, früher selbst ein Anhänger[7] der Cuvier'schen Lehre, stellte in Folge eingehender Untersuchungen[8], die er auf einer Reise an den Küsten Siciliens gemacht hatte, theils allein[9], theils in Gemeinschaft mit Valenciennes[10] die Ansicht auf:

1° Que l'appareil vasculaire n'est complet chez aucun Mollusque;

2° Que dans une portion plus ou moins considérable du cercle circulatoire, les veines manquent toujours et sont remplacées par les lacunes ou par les grandes cavités du corps;

[1] Osler, in: Philos. Transact. 1826. p. 342.

[2] Treviranus, Die Erscheinungen und Gesetze des org. Lebens. Bd. I. p. 276. Bremen 1831.

[3] Garner, in: Transact. of the zoologic. soc. of London. Vol. II. 1841. Pl. 18. Fig. 213.

[4] delle Chiaje, Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore 1841. Tav. 75. Fig. 6. Tav. 76. Fig. 3.

[5] Id., Descrizione T. III. p. 53. Tav. 89. Fig. 11. Tav. 90. Fig. 1 u. 2.

[6] Souleyet, in: Ann. des sc. nat. Sér. III. Zoologie T. III. p. 311. 1845.

[7] M. Edwards, in: Eléments de Zoologie. T. I. p. 50. 2. Ed. Paris 1840.

[8] Id., in: Mém. de l'Acad. des sc. T. XVIII. (Schon an Ascidien 1839.)

[9] Id., in: Compt. rend. T. XX. 1845. p. 261, 265 sq.

[10] Id. et Valenciennes, in: Compt. rend. T. XX. 1845. p. 750.

3° Que souvent les veines manquent complétement, et qu'alors le sang, distribué dans toutes les parties de l'économie, ou moyen des artères, ne revient vers la surface respiratoire que par les interstices.

Diese Ansicht fand schnell eifrige Anhänger und Vertheidiger, welche dieselbe durch eigene Untersuchungen bestätigten und zum Theil schon vor Milne Edwards ähnliche Meinungen sich gebildet hatten.

So R. Owen in seinen Arbeiten über das Perlboot [1] und Branchiopoden [2]; Gaspard [3] und Pouchet [4] bei Gastropoden; van Hasselt [5] bei Salpen, van Beneden [6] in seinen Beobachtungen sur la circulation dans les animaux inférieurs (bei Aplysia depilans), Valenciennes, unabhängig von Milne Edwards, in nouvelles recherches sur le Nautile flambé [7] und in den Arbeiten sur l'organisation des Lucines et des Corbeilles [8]; Nordmann [9] bei Tergipes Edwardsii und T. adsperus; Quatrefages [10] bei Aeolidia; von Siebold [11], Bergmann und Leuckart [12], Huxley [13] bei Firola und Atlanta; Leydig bei Paludina vivipara [14] und Cyclas cornea [15], von Rengarten [16] bei Anodonta; Rud. Leuckart [17] bei Heteropoden; Gegenbaur [18] bei Pteropoden; Semper [19] bei Gastropoden; Lacaze Duthiers [20] bei sämmtlichen Lamellibranchiaten und Dentalium; Adler und Han-

[1] Owen, Mémoir on the Pearly Nautilus. London 1832.

[2] Id., in: Ann. des sc. nat. 1845. p. 315.

[3] Gaspard, in: Meckel's Arch. Bd. VIII. p. 265.

[4] Pouchet, Rech. sur l'anat. et physiolog. des Mollusques. Rouen 1842. p. 13.

[5] van Hasselt, in: Ferussac. Bull. T. II. p. 212.

[6] van Beneden, in: Compt. rend. T. XX. 1845. No. 8. p. 517.

[7] Valenciennes, in: Arch. de Museum. T. II. p. 287.

[8] Id., in: Compt. rend. T. XX. 1845. p. 1688.

[9] Nordmann, in: Mém. de l'Acad. des sc. de St. Pétersbourg. 1845. T. IV.

[10] Quatrefages, in: Ann. des sc. nat. 1847.

[11] v. Siebold, Lehrbuch d. vgl. Anatomie d. wirbellosen Thiere. 1848. p. 270.

[12] Bergmann und Leuckart, Anatomisch-physiologische Übersicht des Thierreiches. 1851. p. 165.

[13] Huxley, in: Ann. des sc. nat. 1850. T. XIV. p. 193.

[14] Leydig, in: Ztschr. f. w. Zoologie. Bd. II. p. 169.

[15] Id., in: Müller's Arch. 1855. p. 54.

[16] v. Rengarten, De Anodontae vasorum systemate. Diss. inaug. Dorpati 1853. p. 25.

[17] R. Leuckart, Zoolog. Untersuch. Heft III. Gießen 1854.

[18] Gegenbaur, Untersuch. über Pteropoden u. Heteropoden. Leipzig 1855. pp. 12 sqq.

[19] Semper, in: Zeitschr. f. w. Zoolog. Bd. VIII. p. 377.

[20] Lacaze Duthiers, in: Ann. des sc. nat. IV. Sér. Zoolog. 1855. p. 283 und 1857. T. VII. p. 14.

cock[1] on the branchial currents in Pholas und Mya; Hancock[2] on the animal of Chamostrea albida; Williams[3] on the mechanics of Aquatic Respiration in Invertebrate Animals.

Während dieses durch M. Edwards angeregten Streites über Vollständigkeit und Unvollständigkeit des Gefäßsystemes der Mollusken, wurde die Frage nach der Wasseraufnahme in das Innere der Thiere wohl für kurze Zeit durch das neue interessante Thema ein wenig zurückgedrängt, ruhte aber dennoch keineswegs und ist fast eben so häufig ventilirt worden. Oft sind es dieselben Forscher, welche bei ihrer Zustimmung für die M. Edwards'sche Ansicht über das Gefäßsystem auch die Wasseraufnahme berücksichtigten. So Valenciennes[4] bei den Lucinien, wo er sagt (p. 1692): »il y a une communication entre le système sanguin et l'eau dans laquelle vivent ces Mollusques, par l'intermédiaire des lacunes dans lesquelles s'ouvrent l'un et l'autre système.« von Siebold[5], welcher bei Pinna nobilis in netzförmige Wasserkanäle Luft einblies und sich gegen die Ansicht Meckel's[6] aussprach, dass die Öffnungen am Fuße gewisser Weichthiere durch zufällige Zerreißungen erzeugt würden.

v. Rengarten[7] spricht sich zum ersten Mal darüber aus, wo wohl der Eintritt, und wo der Austritt des Wassers zu suchen sei, und nimmt für ersteren bei Anodonta die zwei Jahre vorher von Keber[8] entdeckten Kommunikationsöffnungen des Pericardiums mit dem sogenannten rothbraunen Mantelorgane, für letzteren mehrere 0,1‴ weite, siebartig in Häufchen beisammenstehende Öffnungen am hinteren Theile der Fußkante an. —

Alle die von den verschiedenen Forschern beobachteten und beschriebenen Öffnungen und Kanäle aber sollten Theile eines besonderen, den Muschelleib allseitig durchziehenden Wassergefäßsystems sein.

Als aber die Lehre M. Edwards' von der Unvollständigkeit des Blutgefäßsystems der Mollusken immer mehr Anhänger fand, häufte sich Zweifel auf Zweifel über die selbständig neben dem Blutgefäßsysteme hinziehenden Wasserkanäle. von Siebold[9] machte auf die Bedenklichkeiten, welche ein doppeltes Gefäßsystem mit sich führte, aufmerksam, und wenn auch Agassiz[10] sowohl bei Gastropoden, Pyrula

[1] Adler und Hancock, in: Ann. and Magaz. of nat. hist. 1851.
[2] Hancock, Ibid. 1853. [3] Williams, Ibid. 1854.
[4] Valenciennes, in: Compt. rend. T. XX. 1845. p. 16. 92.
[5] von Siebold, l. c. p. 279. 280. [6] Meckel, l. c. Bd. VI. p. 65.
[7] von Rengarten, l. c. p. 56.
[8] Keber, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Weichthiere. Königsberg 1851. [9] von Siebold, l. c. p. 279.
[10] Agassiz, Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. VII. p. 176—180.

carica und canaliculata, als auch bei Acephalen: Mactra solidissima ein selbständiges Wassergefäßsystem zu behaupten suchte, so führte die logische Konsequenz, als man zweierlei gesonderte Gefäßsysteme nicht mehr annehmen konnte und wollte, und doch das Schwellvermögen des Molluskenleibes einer Wasseraufnahme zuschrieb, endlich zu der Ansicht, dass das Blutgefäßsystem selbst durch besondere Öffnungen in das umgebende Medium offen stehe, wie schon DELLE CHIAJE[1] früher angedeutet hatte.

Aber auch dies war ein harter Gedanke, und VON SIEBOLD[2] wendet sich von ihm ab, indem er darauf hinweist, dass so paradoxe Organisationsverhältnisse jedenfalls noch genauerer Untersuchungen bedürften, um über verschiedene Bedenklichkeiten hinwegzuhelfen.

Inzwischen hatte auch die MILNE EDWARDS'sche Blutgefäßsystemtheorie neue Anfechtungen erlitten, und die alte CUVIER'sche Anschauungsweise fand wieder Vertheidiger, Vertheidiger, welche an der Hand umsichtiger und zahlreicher Injektionen und zum Theil mit Hilfe einer feinen mikroskopischen Analyse das Gefäßsystem in seinen innern Bahnen und in seinen peripherischen Verzweigungen als ein absolut vollkommenes hinstellten. —

PAPPENHEIM und BERTHÉLEN[3] schreiben schon vor MILNE EDWARDS den Gastropoden völlig geschlossene Kapillaren mit eigener Wandung zu, gleicher Ansicht scheint DESHAYES zu sein[4]. Sehr eingehend, sowohl in Betreff der geschichtlichen Entwicklung und Kritik, als auch hinsichtlich eigener Untersuchungen behandelt ROBIN[5] die Gefäßfrage bei Gelegenheit eines Berichtes an die Société de Biologie in Paris, über die auf den sogenannten Phlebenterismus sich beziehenden Arbeiten SOULEYET's. Er weist jegliche wandungslose Gewebslücken im Sinne M. EDWARDS' zurück; das Blut fließt an einzelnen Stellen in erweiterten mit einer eigenen Gefäßhaut ausgekleideten Sinus, ein solcher erweiterter Sinus ist die sogenannte Leibeshöhle. —

Um dieselbe Zeit erschien die schon erwähnte, in mancher Beziehung sehr verdienstvolle Arbeit KEBER's[6], in welcher derselbe für Geschlossensein des Blutgefäßsystems plaidirt, obgleich er einen bestimmten Nachweis der Kapillaren nicht liefert.

[1] DELLE CHIAJE, Descrizione etc. 1841. [2] VON SIEBOLD, l. c. p. 281.

[3] PAPPENHEIM und BERTHÉLEN, in: l'Institut 1842. No. 746.

[4] DESHAYES, in: Todd's cyclopaedia of Anatomy and Physiology. T. I. p. 698 und in: Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840—42. Zoolog. IV. Mollusques. Paris 1849.

[5] ROBIN, in: Comptes rendus des séances et mémoires de la société de Biologie. T. III. Paris 1851. [6] KEBER, l. c.

Dass diese existiren hat erst mit Bestimmtheit bald darauf Langer[1] gelehrt, auch hat er ihren Zusammenhang einerseits mit den Arterien, andrerseits mit den Venen zuerst gezeigt. Vermittelnd zwischen die beiden Parteien: Cuvier — Milne Edwards tritt dann Leydig[2], indem er darauf hinweist, dass »im Hinblick auf den gegenwärtigen Standpunkt der Histologie nicht vergessen werden darf, dass, wenn man der Sache recht genau nachgeht, die Differenz, welche zwischen einem geschlossenen Gefäßsystem und einer interstitiellen Blutbahn aufgestellt wird, nicht streng begründet ist«. —

Eine als unerhört geltende Ansicht van Beneden's[3], dass Wasser bei fast allen Wirbellosen in das Innere des Organismus eindringe, dass bei denselben eine Mischung von Blut und Wasser, oder auch nur Wasser statt des Blutes die Gewebe bespüle, ferner die vorhin erwähnten Aussprüche von Siebold's gaben zu weiteren Untersuchungen über eine Wasseraufnahme Veranlassung. Vor Allen war es Leydig, der sich der Frage annahm und in Manchem die Ansichten van Beneden's bestätigte.

Er beschreibt nämlich in seinen Beobachtungen über Cyclas cornea[4], nachdem er schon vorher bei Paludina vivipara[5] von einer Wasseraufnahme berichtet hatte, die »Pori aquiferi« im Fuße, und kann nicht umhin die vielfach angefeindete Lehre delle Chiaje's, welcher zuletzt der Meinung war, das Blutgefäßsystem der Lamellibranchiaten stehe nach außen hin offen, für vollkommen der Wahrheit entsprechend zu erklären.

Somit war denn die Annahme der Existenz eines besonderen Wassergefäßsystemes gänzlich gefallen, und die Ansichten, welche über die Wasseraufnahme bei Mollusken von jetzt ab noch vorhanden sind und neu auftauchen, lassen sich passend in drei Rubriken bringen:

1) Es wird bei geschlossenem Blutgefäßsysteme Wasser auf dem Wege der Osmose von der ganzen Körperoberfläche durch unzählige feine Poren aufgenommen und abgesondert (Keber[6]).

2) Es wird bei geschlossenem Blutgefäßsysteme die Wasseraufnahme durch besondere Organe bewerkstelligt (Langer[7]).

[1] Langer, Das Gefäßsystem der Teichmuschel. VIII. u. XII. Bd. der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Wien 1856.

[2] Leydig, Lehrbuch der Histologie. Frankfurt a. M. 1857. p. 438—439.

[3] van Beneden, In: Froriep's N. Not. V. XXXIV. N. 727. p. 2. XXXVII. N. 797. p. 51 und Compt. rend. T. XX. 1845. p. 518.

[4] Leydig, in: Müller's Arch. 1855. p. 57. Lehrbuch der Histologie. p. 442.

[5] Ders., Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. II. p. 177.

[6] Keber, l. c. p. 75. [7] Langer, l. c. p. 29.

3) Die Wasseraufnahme geschieht durch das an mehreren Körperstellen nach außen offen stehende Blutgefäßsystem (DELLE CHIAJE [1], VAN BENEDEN [2], LEYDIG [3] und die meisten der früher genannten Autoren).

Die von diesem Zeitpunkte an erscheinenden Arbeiten über das Gefäßsystem tragen sowohl den Fragen nach dem Geschlossensein desselben als auch nach der Wasseraufnahme gleichviel Rechnung.

Die nächste Arbeit, die erwähnt werden muss, ist das schöne Werk VON HESSLING'S [4], vom Jahre 1859, welchem wir wichtige Aufschlüsse über die Organisationsverhältnisse der Muscheln verdanken.

Nach VON HESSLING findet sich bei der Perlmuschel ein nach innen zu von den Geweben vollständig abgeschlossenes, aus Arterien, Venen und Kapillaren bestehendes Röhrensystem, welches aber nach außen, und zwar an drei Stellen, offen steht.

Die erste Verbindung, durch welche Wasser in das Blut tritt, bilden drei bis vier kleine Öffnungen zum parenchymatösen Gewebe des rothbraunen Mantels im vorderen Theile des Herzbeutels.

Die zweite Kommunikation geschieht durch die frei nach außen mündende Vene des äußeren Kiemenblattes. Die dritte Kommunikation wird durch einen 1—4 mm langen Schlitz in der Schneide des Fußes bewerkstelligt.

Im Anschlusse an die Untersuchungen VON HESSLING'S veröffentlichte VOIT [5] in seinen interessanten Anhaltspunkten für die Physiologie der Perlmuschel eine Reihe chemischer Untersuchungen. Auf Grund derselben, namentlich der Ergebnisse, dass das Blut bei Unio zum größten Theile aus Wasser besteht — wie auch schon viel früher C. SCHMIDT [6] gezeigt hatte — ist er der Meinung, dass das Bachwasser direkt in alle Organe eindringt.

Mit VON HESSLING bricht streng genommen eine neue Ära in der Anatomie und Physiologie der Mollusken an.

Während man nämlich bisher hauptsächlich den Gesammtorganismus in den Bereich der Untersuchung zog, treiben verbesserte Methoden und das Princip einer weisen Arbeitstheilung nunmehr dazu, das Gebiet histologischer Sonderforschung zu betreten.

[1] DELLE CHIAJE, Descrizione etc. T. III. p. 53.

[2] VAN BENEDEN, ll. cc.

[3] LEYDIG, Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. II. p. 177. MÜLLER'S Arch. p. 57. Histologie. p. 442.

[4] VON HESSLING, Die Perlmuscheln u. ihre Perlen. Leipzig. ENGELMANN 1859.

[5] VOIT, In: Zeitschr. f. w. Zoolog. Bd. X. H. 4.

[6] C. SCHMIDT, Zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere. p. 58. 1845.

Die Arbeiten von Eberth[1], Auerbach[2] und Aeby[3] sind für den Gegenstand desswegen von Bedeutung, weil diese Autoren[4], unter ihnen Eberth in erster Linie, zuerst Endothelien in den Molluskengefäßen nachwiesen und somit den Beweis lieferten, dass dieselben mit eigenen Wandungen ausgerüstet seien.

Außer diesen Angaben existiren dann noch solche von Legros[5] über Kapillarnetze bei Ostrea in seinen Notes sur l'épithélium des vaisseaux sanguins.

Die wichtigsten Lehrbücher der Zoologie und vergleichenden Anatomie, welche die Gefäßfrage im Lichte der modernen Forschung berühren, sind Gegenbaur[6] und Claus[7], während Bronn[8] noch den Langer'schen Anschauungen huldigte. Flemming[9] kommt am Schlusse seiner Habilitationsschrift, welche hauptsächlich vom rein histologischen Standpunkte die Bindesubstanzen und Gefäßwandungen bei Mollusken betrachtet, auch auf die »Geschlossenheit oder Nichtgeschlossenheit« des Gefäßsystems zu sprechen.

Er nimmt zwar lakunäre Blutbahnen an, betrachtet aber das Gefäßsystem, in so fern es überall von einer Endotheldecke ausgekleidet wird, als ein geschlossenes. Über eine Wasseraufnahme findet sich in der Arbeit nichts.

Nach Trinchese[10] dringt bei der Nudibranchiate Ercolania Wasser in die Niere, gelangt von da ins Pericardium und mischt sich alsdann mit dem Blute.

Posner[11] betrachtet die Blutgefäße in der Najadenkieme als laku-

[1] C. J. Eberth, Über den Bau und die Entwicklung der Blutkapillaren. II. Abhandlg. Über die Blutbahnen der wirbellosen Thiere mit 2 Taf. in: Würzburger naturw. Zeitschr. VI. Bd. 1866.

[2] Auerbach, Sitzungsberichte der schlesischen Gesellschaft für vaterl. Kultur. 17. Febr. 1865.

[3] Aeby, Centralblatt für die medic. Wissensch. 1865. p. 209.

[4] Auerbach und Aeby's Arbeiten betreffen nicht Wirbellose.

[5] Legros, in: Journ. de l'anatomie et de la physiologie. 1868. p. 275.

[6] Gegenbaur, Grundzüge der vergl. Anatomie. 1870. — Ders., Grundriss der vergl. Anatomie. 1874.

[7] Claus, Grundzüge der Zoologie. 1875.

[8] Bronn, Kl. u. Ordn. des Thierreichs. Bd. III. Abth. I. p. 384 u. 418.

[9] Flemming, Über Bindesubstanzen und Gefäßwandung bei Mollusken. Habilitationsschrift. Rostock 1871. p. 35 sqq.

[10] Trinchese, in: Annali del Museo civico di storia naturale. Genova, Aprile 1872. Vol. II. p. 86—132.

[11] Posner, Über den Bau der Najadenkieme. in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI. (auch selbständig als Inauguraldiss. 1875, hier p. 15 und 21).

näre Systeme und jeder Gedanke an ein wirklich geschlossenes Gefäßsystem im Sinne der Autoren muss nach ihm völlig verschwinden.

Kollmann[1] möchte bei Aplysien »das ganze System von Gewebslücken, großen und kleinen buchtigen Räumen, welche bisweilen durchbrochene Röhren darstellen, unter dem Ausdruck lacunae et sinus venoso-lymphatici zusammenfassen«. Was die Wasseraufnahme anbelangt, so finden sich »nirgends im ganzen Körper Öffnungen, welche direkt in das Gefäßsystem führten«. Der Cirkulationsapparat bei den Lamellibranchiaten besteht nach ihm aus Arterien, Kapillaren und einzelnen Sammelvenen, in welche die aus den Gewebslücken ausgetretene Blutflüssigkeit fällt. Durch 6—8 Öffnungen im Fuße findet eine direkte Kommunikation des venös-lymphatischen Stromgebietes mit dem umgebenden Wasser statt, sobald das Thier dieselbe herstellen will.

Bei den Cephalopoden ist der Kreislauf nicht unterbrochen. Lakunen giebt es hier nicht, sondern nur sinöse Erweiterungen. Eine Wasseraufnahme direkt in das Blut ist sehr unwahrscheinlich.

Den unterbrochenen Kreislauf und das Lakunensystem vertheidigt derselbe Autor dann noch in seiner »Bindesubstanz der Acephalen«[2]. Diese Arbeit so wie die schon 1871 erschienene Habilitationsschrift Flemming's bilden den Impuls zu einem sehr interessanten histologischen Streit zwischen diesen beiden Autoren, namentlich über die Begriffe Lakune, Schwellgewebe etc. Eine darauf bezügliche Arbeit Flemming's[3] ist noch desswegen interessant, als auch hier versucht wird durch histologische Details einen Ausgleich zwischen der M. Edwards'schen und Langer'schen Anschauungsweise herbeizuführen.

Einzelne histologische Bemerkungen über die Gefäße mehrerer Molluskengeschlechter bringt Kollmann[4] in seinen Abhandlungen über Häutchenzellen und Myxom und über strukturlose Membranen bei Wirbelthieren und Wirbellosen[5].

Nach von Ihering[6] dient bei Thetys das eingeführte Wasser nicht nur zur Verdünnung des Blutes, sondern zugleich einer inneren Respiration.

In meiner schon Anfangs hier erwähnten Arbeit[7] tritt auch mehr-

[1] Kollmann, Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. XXVI, 1878. p. 91. 92 sqq.

[2] Ders., in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII. 1876.

[3] Flemming, Über Bindesubstanz und Gefäßwandung im Schwellgewebe der Muscheln. Arch. für mikr. Anat. Bd. XIII. 1876.

[4] Kollmann, in: Virchow's Archiv. Bd. LXVIII. p. 25 etc.

[5] Kollmann, in: Sitzungsberichte der math. physik. Klasse d. Königl. Bayer. Akad. der Wissensch. 1876. H. II.

[6] von Ihering, in: Morphol. Jahrb. Bd. II. 1876.

[7] Griesbach, in: Arch. f. Naturgesch. 1877. Jahrg. 43. Bd. I.

fach die Ansicht über ein nichtgeschlossenes Gefäßsystem und Wasseraufnahme bei Anodonta zu Tage. Bonnet[1] sagt: »was die Beschaffenheit der Blutbahnen anbelangt, so kreist das Blut in der Acephalenkieme theils in glatten, strukturlosen mit Endothel ausgekleideten Gefäßen, wie bei Mytilus, theils in einer Kombination von solchen endothelhaltigen Röhren und eingefügtem spongiösen Gewebe — Arca — das wahrscheinlich lakunär ist, d. h. interstitielle Lücken besitzt, wie es ja auch im Eingeweidesacke dieser Thiere als Übergang von den wirklichen Kapillaren zu den Venen vorkommt. Was die lakunären Blutbahnen anbetrifft, so werden dieselben auch von Holman Peck[2] und aufs Neue von Posner[3] in seinen histologischen Studien über die Kiemen der acephalen Mollusken bestätigt.

Die Streitfrage über die Bindesubstanz der Acephalen zwischen Kollmann und Flemming findet weitere Erörterungen auf der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte[4]. Die Debatte führt zu keinem positiven Resultate und endigt mit der Einladung am 22. September Morgens 9 Uhr im histologischen Institute die beiderseitigen Präparate zu prüfen.

Auch in dem schönen Werke von Sabatier[5] über Mytilus edulis finden sich eingehende Betrachtungen über die Theorie des Gefäßsystems; eben so geht Flemming[6] in seinem Aufsatze über die Blutzellen der Acephalen und Bemerkungen über deren Blutbahn darauf ein.

Verschiedene sich widersprechende Meinungen veranlassen Sluiter[7] zum erneuerten Studium der Lamellibranchiatenkieme. Das Resultat ist, dass höchst wahrscheinlich in derselben ein ganz geschlossenes Gefäßsystem vorhanden ist, bei Mytilus ist dies sogar ohne allen Zweifel, das Gewebe der Kieme ist dann auch nicht lakunär.

Aus der verzeichneten Litteratur ist ersichtlich, dass die Frage nach dem »Geschlossensein oder Nichtgeschlossensein« des Gefäßsystems

[1] Bonnet, Bau und Cirkulationsverhältnisse der Acephalenkieme. Morphol. Jahrb. Bd. 3. 1876.

[2] Holman Peck, The minute structure of the gills of Lamellibranch Mollusca. Quart. Journ. of micr. sc. Vol. XVII. London 1877.

[3] Posner, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIV. 1877.

[4] Amtl. Bericht d. 50 Naturf. Vers. (München). Zoologie. Sitzung v. 21. Sept. 1877. (Separatabdr.)

[5] Sabatier, Etude sur la moule commune. 1. partie in Mém. de l'acad. de Montpellier. 1877.

[6] Flemming, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XV. 1878. p. 243 sq.

[7] Sluiter, in: Die Zoologie in den Niederlanden. 3.: Die im Laufe d. Jahres 1878 erschienenen Arbeiten. Dr. T. P. C. Hoek. Sep.-Abdr. aus dem niederl. Arch. f. Zoologie. Bd. V. p. 14. 15.

und die damit zusammenhängende Frage nach der Wasseraufnahme endgültig noch immer nicht entschieden ist, obwohl die Mehrzahl der Forscher, wenn auch mit einigen Modifikationen namentlich in histologischer Beziehung, den Standpunkt von Milne Edwards, delle Chiaje und Leydig einnehmen.

So war der Stand der Dinge bis vor Kurzem. Da auf einmal theilte Justus Carrière[1] der erstaunten fachmännischen Welt mit, dass das Gefäßsystem der Mollusken nach außen völlig abgeschlossen sei (zwar kennt Carrière auch die »problematische« Ausmündung der Kiemenvene von Hessling's), dass ein Wassergefäßsystem nicht existire, die Thiere für das zeitweise Anschwellen ihres Fußes kein Wasser bedürften, ja dass Wasser in das Blut überhaupt nicht eindringe, und etwaige früher als Pori aquiferi beschriebene Öffnungen auf der Fußkante die Ausmündungen von Schleimdrüsen seien.

Es leuchtet Jedem sofort ein, dass Carrière's muthmaßliche Entdeckungen, falls sie sich nicht als irrthümlich erweisen, in der Auffassung von den gesammten Organisationsverhältnissen der Weichthiere eine gewaltige Umwälzung hervorrufen müssen.

Indem ich somit eine, wie ich hoffe, einigermaßen vollständige Zusammenstellung der einschlägigen Litteratur über das Gefäßsystem und die Wasseraufnahme bei den Mollusken gegeben habe, glaube ich damit den Fachgenossen zugleich für ähnliche Arbeiten wie diese, die Herbeischaffung der nöthigen Werke erleichtert zu haben.

Es schien mir diese eingehende historische Entwicklung um so nothwendiger, als eine übersichtliche Angabe der Litteratur namentlich der letzten zwei Decennien meines Wissens nicht existirt.

Ob die neuesten von Carrière aufgestellten Behauptungen über die Gefäßfrage zutreffend oder irrthümlich sind, das möchte ich durch meine in Nachstehendem niedergelegten Untersuchungen klar zu legen versuchen.

II. Anatomisch-physiologische Betrachtungen.

A. Das Gefäßsystem.

Die schwierige Frage nach der Beschaffenheit der Kreislaufsorgane hat, wie ich in dem historischen Überblicke gezeigt habe, vielfache und

[1] Carrière. Zuerst sind seine Untersuchungen von Semper erwähnt in einer kleinen Notiz aus der Würzburger physikalisch-medic. Gesellschaft. Sitzung vom 4. Mai 1868. — Ders. Die Drüsen im Fuße der Lamellibranchiaten. Arbeiten aus dem zoolog. zoot. Inst. Würzburg. Bd. V. (Arbeit vom 28. Juni 1879.) Ferner: Ders., Haben die Mollusken ein Wassergefäßsystem? Biolog. Centralbl. Jahrgang I. — Ders., Das Wassergefäßsystem d. Lamellibranchiaten u. Gastropoden. Zoolog. Anz. 1881. No. 90.

eingehende Behandlung erfahren. Dank den schönen Untersuchungen Keber's[1], namentlich aber Langer's[2] und von Hessling's[3], sind die Kreislaufsverhältnisse bei den Najaden, durch die Lacaze-Duthiers'[4] und Sabatier's[5] bei den Mytiliden unserem Verständnisse um ein gutes Stück näher gerückt. Mit Hilfe von Injektionsmethoden, die mit überraschender Fertigkeit angestellt wurden, haben diese Forscher den Gefäßapparat bis in seine feinsten peripherischen Verzweigungen gefüllt und die engen Blutbahnen mit Messer und Schere unter der Lupe verfolgt und zur Anschauung gebracht. — Wie sich die Gefäße bei den meisten Wirbellosen in geringem Grade von der allgemeinen Bindesubstanz der Organe individualisirt haben, so auch bei den Lamellibranchiaten. Dort liegen sie wie eingegraben in der umgebenden Gewebemasse und lassen eigene Wandungen mit unbewaffnetem Auge kaum und nur noch in den gröberen Bahnen erkennen, wenn eine vorherige Füllung mit passenden Injektionsmassen stattgefunden hat. —

Doch die makroskopische Anatomie der Kreislaufsorgane ist in ihren einzelnen Abschnitten heute kaum mehr einem Zweifel unterworfen, und nur für die mikroskopische Analyse sind noch einige streitige Punkte übrig geblieben. Die Frage, um die es sich heute und auch in dieser Arbeit handelt, ist, wie schon angedeutet, die: Wie gestaltet sich das endliche Schicksal der sogenannten Kapillaren? Gelungene Injektionen des Gefäßapparates zeigen mir, sowohl bei der Verfolgung der einzelnen Zweige mit der Schere unter der Lupe, als auch auf Quetschpräparaten[6], vor Allem aber auf mikroskopischen Längs- und Querschnitten durch ganze Thiere und einzelne Körperpartien, sowohl an eigenen Präparaten, als auch an solchen, welche ich durch die Güte des Herrn Prof. Kollmann erlangte, dass die feinen Zweige der Arterien endlich in Gefäßbahnen übergehen, für welche man anscheinend mit vollem Rechte den Namen: Kapillaren substituiren kann. Diese Röhren zeigen, wie schon mehrfach nachgewiesen[7], auch mir ein deutliches Endothel, sind also integrirende Bestandtheile des Gefäßapparates; denn mit Kollmann[8] rede ich nur dann von einem Gefäße, wenn sich der charakteristische Theil desselben, das Endothel,

[1] Keber, l. c. [2] Langer, l. c. [3] von Hessling, l. c.
[4] Lacaze Duthiers, l. c. [5] Sabatier, l. c.

[6] Das Injektionspräparat wird eine halbe Stunde lang in verdünnte Essigsäure gelegt und darauf 24 Stunden in eine Mischung von Essigsäure und Glycerin, dann zwischen zwei entsprechend große starke Glasplatten gelegt und mit Gummiringen komprimirt. Bei vorsichtigem Verfahren erhält man zur Übersicht mit unbewaffnetem Auge, mit der Lupe, und mit schwachen Systemen schöne Bilder.

[7] Vgl. die citirte Litteratur.

[8] Kollmann, Bindesubst. d. Aceph. p. 561.

findet. — Überraschend ist Anfangs die verhältnismäßig bedeutende Weite und die enorme Ausdehnungsfähigkeit dieser Röhren. Was die Weite anbelangt, so nehme ich mit Kollmann zwei Formen an: Kapillaren erster Größe, deren Durchmesser im frischen Zustande zwischen 42 und 55 μ, und solche zweiter Größe, deren Durchmesser zwischen 25 und 30 μ schwankt. Diese Angaben finden sich in Kollmann's Arbeit über die Bindesubstanz, und ich kann dieselben nach eigenen Messungen bestätigen. Überraschend, sage ich, ist diese Weite, wenn man ihre Maße mit denen der Kapillaren bei Wirbelthieren vergleicht; zwar giebt es auch Wirbelthierkapillaren, deren Durchmesser, bei Größenzunahme der Blutzellen, bis 40 μ und darüber beträgt, doch finden sich solche Maße nur bei Kaltblütern[1]; beim Menschen schwankt die Weite bekanntlich zwischen 4 und 22 μ. Durch gute Füllung des Gefäßapparates mit erhärtenden Injektionsmassen zeigt sich die enorme Ausdehnungsfähigkeit der Gefäße; die Kapillaren erscheinen dann bis zu 120 μ stark. — Eine solche Ausdehnungsfähigkeit aber kommt dem gesammten Gefäßapparate zu und erklärt sich aus der Wasseraufnahme. Normal befindet sich das Thier immer in einem gewissen Grade von Schwellung, welche beim Ausstrecken des Fußes das Maximum erreicht. —

Das durch Anstich annähernd blutleer gemachte Herz fand ich um das fünf- bis sechsfache kleiner als im Zustande der normalen Pulsation. Bei Thieren, welche an Herzbeutelwassersucht zu Grunde gegangen waren, habe ich den Herzbeutel bei einer 11 cm langen Anodonta, statt mit dem normalen Durchmesser von 1,3 cm mit dem von 2,7 cm gefunden. Beim Einbinden der Kanüle in die Aorta lässt sich, bei vorsichtiger Injektion mit Quecksilber, das Herz und die vordere Aorta bis zu der Stelle, wo sie rechterseits nach hinten zu in einem Bogen umbiegt, bei einer Anodanta von 18 cm Länge annähernd um das 11fache des ursprünglichen Volumens ausdehnen, ohne zu platzen. Dieses Experiment muss man zum eigenen Erstaunen gemacht haben, um sich von solch enormer Expansion eine Vorstellung zu bilden.

Doch wohin geräth das Blut, wenn es die Kapillaren verlässt? Es geräth nicht direkt in die venösen Bahnen, sondern zwischen diesen und den arteriellen Bahnen ist ein weit ausgebreitetes System von Gewebslücken eingeschoben, welche zunächst den Blutstrom aufnehmen. Diese Gewebslücken oder Lakunen, wie ich sie mit anderen Forschern nenne, sind vielfach mit einander anastomosirende, 35 bis 100 μ weite, oft zellenähnliche, mikroskopischer Wandungen und des Endothels ent-

[1] Vgl. u. a. Kollmann, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII. p. 563.

behrende, blutführende Räume im Gallertgewebe, und finden sich überall dort, wo dieses im Muschelleibe vorkommt.

Meine eigenen Beobachtungen beschränken sich eingehend dies Mal nur auf Fuß und Mantel[1], doch habe ich sie auch in den Tentakeln gesehen und nach Posner[2], Bonnet, Holman Peck[3] sollen sie sich auch in den Kiemen finden, welcher Ansicht Kollmann[4] und Sluiter[5] sich nicht anschließen. Nach der gegebenen Definition nun existirt ein scharfer Unterschied zwischen einem Gefäße und einer Lakune und indem sich letztere zwischen wahre Gefäße einschiebt, ist der Kreislauf bei unseren Thieren auch kein geschlossener, wie die Hauptvertreter dieser Ansicht, Robin[6] und Langer[7], behaupten, sondern ein überall durch Räume unterbrochener, welche als integrirende Bestandtheile des Gefäßsystems nicht aufzufassen sind. —

Es liegt hier nicht in meiner Absicht, und ich habe auch nicht den Raum dazu, auf histologische Detailfragen über die Bindesubstanz der Mollusken einzugehen, doch so viel kann ich zu bemerken nicht unterlassen, dass ich mich, hinsichtlich der Bindesubstanz der Lamellibranchiaten, den Ansichten Kollmann's[8] vollständig anschließe. Die Bindesubstanz der Lamellibranchiaten ist morphologisch, physiologisch, physikalisch und chemisch etwas ganz Anderes, als dasjenige, was wir gewöhnlich mit dem Namen Bindegewebe zu bezeichnen gewohnt sind. Meine eigenen Untersuchungen über diesen hochinteressanten Punkt, der, obgleich bis jetzt noch wenig berührt[9], doch zu einem ganz besonders verlockenden Streitapfel werden wird, sind nicht völlig abgeschlossen, und ich verspare eingehende Betrachtungen daher auf eine spätere Arbeit.

Ich wende mich jetzt zu den Flemming'schen Ansichten[10] über die letzten Verzweigungen der Arterien.

Ich habe mich einige Zeit auf demselben Standpunkte befunden wie dieser Forscher. Ich habe die sogenannten Langer'schen Blasen, die Flemming Schleimzellen nennt, ebenfalls für geschlossene Zellen gehalten, und die Blutkörperchencoagula darin und die Blutkörperchen und die Kerne in den Zellen der benachbarten Bindesubstanz für ihre eigenen Kerne angesehen. In Folge dessen konnte ich mich nicht für die Anwesenheit von Lakunen begeistern, sondern nahm, wie

[1] Im Boj. Organe habe ich derselben schon a. a. O. gedacht.
[2] Posner, l. l. c. c. [3] Bonnet, l. c. [4] Holman Peck, l. c.
[5] Kollmann, Bindesubst. d. Aceph. Arch. f. mikr. Anat. XIII. p. 587.
[6] Sluiter, l. c. [7] Robin, l. c. [8] Langer, l. c.
[9] Kollmann, l. l. c. c.
[10] Bonnet, l. c., tritt der K'schen Ansicht ebenfalls bei.

Flemming es beschreibt und abbildet, speciell im Fuße und Mantel der Najaden die hellen Blasen für wirkliche Zellen, auf deren physiologische Funktion ich mir allerdings keinen Vers machen konnte, und das umgebende Gewebe für Blutbahn. Ich glaubte somit an einen geschlossenen Kreislauf im Sinne der Autoren. Aber der Umstand, dass schon Langer [1], der diese Dinge gesehen, ihre Zellennatur sehr zweifelhaft hinstellte, weil sie nach ihm häufig mit einander verschmelzen und auch keinen Kern zeigen, ferner der ganze Streit zwischen Kollmann und Flemming [2] und endlich die Thatsache, welche ich jetzt durch meine Untersuchungen gefunden habe, dass nämlich bei genauer Untersuchung mit dem ganzen Hilfsapparat des modernen Mikroskopikers, der vermeintliche Kern und das Protoplasma im Innern der Gallertbalken liegt und ich immer wirkliche Blutkörperchen in den blasenartigen Räumen finde, dass überdies n i r g e n d s, abgesehen von den Ovulis, im ganzen Muschelleibe mehr Zellen von dieser oben angegebenen Größe existiren, und dass endlich Injektionsmasse in diese Gebilde eindringt — lehren mich heute dieselben Anschauungen theilen, welche Kollmann [3] von diesen Dingen hegt, und somit alle anderen Ansichten, die ich hegte, aufgeben. Die Injektion dieser Langer'schen Blasen oder Flemming'schen Schleimzellen beweist schlagend, dass dies keine geschlossenen Zellen sein können.

Freilich die genannten Forscher haben bei ihren Injektionen als Ausgangspunkt eine größere Blutbahn gewählt oder dieselben durch lokalen Einstich bewerkstelligt. Obgleich auch Kollmann [4] in dieser Weise die Pseudozellen injicirt haben will, so ist mir diese Methode nie gelungen. Macht man nämlich vom Herzen oder der Aorta aus Injektionen an frischen Thieren, so schnüren dieselben, sobald die Masse in die Blutbahn eindringt, diesen Theil und benachbarte Gegenden des Gefäßapparates unter kräftiger Kontraktion ab, und alle weitere Mühe ist vergeblich. Im günstigsten Falle gelangt, namentlich wenn das Thier in warmem Wasser gelegen, und die Masse möglichst dünnflüssig ist, dieselbe bis in die Kapillaren, weiter dringt sie nicht, weil gewöhnlich der Druck nicht ausreicht; wenn dies wirklich der Fall ist, so entstehen sehr leicht Zerreißungen und Zerrungen und statt das Lakunennetz zu füllen, erhält man ein Extravasat, welches dann auf

[1] Flemming, Üb. Bindesubst. u. Gefäßwandung bei Mollusken. Rostock 1871. — Über Bindesubstanz u. Gefäßwdg. im Schwellgew. d. Moll. Arch. f. m. Anat. XIII. — Bericht der 50. Naturf.-Versammlung.

[2] Langer, l. c. [3] Vgl. d. verzeichn. Litt.

[4] Kollmann, Bindesubstanz d. Aceph.

[5] Kollmann, Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. XXVI. p. 93.

eine Anzahl von der Injektion nicht mit ergriffener Lakunen drückt und diese in Kunstprodukte umwandelt, die eine täuschende Ähnlichkeit mit völlig abgeschlossenen, nirgends mit einander anastomosirenden blasenartigen Hohlräumen, ja mit wirklichen kernhaltigen Zellen haben. Injicirt man lokal durch Einstich, so treten bei mir ganz ähnliche Verhältnisse ein. Injektionen der Lakunen an kollabirten oder ganz abgestorbenen Thieren gelingen nach meinen Erfahrungen desswegen nie, weil einmal Zerreißungen vor sich gehen, wobei eine heillose Verwirrung hervorgerufen wird, andererseits aber desswegen nicht, weil die gänzlich erschlafften Gewebe der großen Ausdehnungsfähigkeit der Gefäße und Lakunen zu Hülfe kommen, die Injektionsmassen sich in sehr großen Räumen ausbreiten und auf diese Weise wiederum Zerrbilder entstehen. Alle diese die Untersuchung erschwerenden Umstände haben dazu beigetragen, dass auch ich mich nicht zu der Annahme der Lakunen als Blutbahn entschließen konnte. Da endlich gelang es mir dieselben durch die Thiere selbst mit Farbstoffen füllen zu lassen, und sie zu injiciren und zwar an solchen Stellen, wo das ganze Lakunensystem mit dem umgebenden Medium in direkter Kommunikation steht, nämlich durch die »Pori aquiferi«[1] auf der Fußkante von Anodonta und Unio und durch die Querspalte vorn auf der unteren Fläche des Spinnfingers von Mytilus und Dreyssena[2]. Doch ehe ich auf dieses Offenstehen des Gefäßapparates näher eingehe, muss ich erst noch den Blutstrom weiter verfolgen. —

[1] Vgl. die im histor. Überblicke erwähnte Litteratur.

[2] Wenige Tage vor der Korrektur des zweiten Bogens dieser Arbeit traf ich in Kiel persönlich mit Professor Flemming zusammen. Das Gespräch kam sehr bald auf die »Schleimzellen« und Prof. Flemming hatte die Güte, mir seine Präparate zu zeigen.

Ich bedauere lebhaft diese wunderschönen Präparate nicht früher gesehen und studirt zu haben. Es haben aber diese Präparate nicht vermocht, meine ursprünglichen Ansichten, welche, wie schon gesagt, dieselben wie die Flemming's waren, wieder in den Vordergrund zu drängen.

Nach meinen genauen Untersuchungen und eingehenden Betrachtungen Kollmann'scher Präparate muss ich für jetzt noch daran festhalten, dass die vermeintlichen Flemming'schen Zellen — wenigstens im Fuße der Najaden — die wirklichen Lakunen sind. Ich gebe zu, dass das Gebilde, welches F. als Kern seiner Zellen deutet, an seinen Präparaten — wenigstens nicht auf den ersten Blick — kaum eine andere Deutung zulässt. Die scheinbaren Kerne, die sich bisher mir präsentirten, sind Blutkörperchengebilde.

Was mich aber am meisten zwingt, augenblicklich noch an meinem mit Mühe errungenen Standpunkte festzuhalten, ist der Umstand, dass sich die von Flemming als Zellen, von Kollmann und mir als Lakunen betrachteten Gebilde bei »Selbstinjektion« des Thieres füllen.

Diese Füllung beruht aus folgenden Gründen nicht etwa auf Diffusionserscheinungen:

Aus dem, den ganzen Körper durchziehenden, Blut führenden Lakunensystem entstehen allmählich wieder Gefäße, welche das Blut an den verschiedensten Körpergegenden sammeln. Aus den Lakunen des Fußes und des vorderen Manteltheiles führen Sammelvenen das Blut in den Truncus venosus[1], welcher »unter dem Mastdarme in den Herzbeutel einmündet, und sich durch die ganze Länge desselben hinzieht«. Am Herzbeutel führt dies Gefäß den Namen Sinus Bojani oder Venensinus. Auf Einzelnes dieser längst bekannten Blutbahnen, so wie auf die Stromrichtungen, verweise ich für die Najaden auf Keber's*, Langer's* und von Hessling's*, für die Mytiliden auf Lacaze Duthiers'* und Sabatier's*, für beide außerdem auf Kollmann's* Angaben. Die Venen sind wirkliche Gefäße mit Endothelauskleidung, doch befinden sie sich in ihrer Entwickelung noch in einem nicht so weit vorgeschrittenen Differenzirungszustande als der arterielle Theil des Gefäßsystemes. Ein erweiterter Abschnitt des venösen Gefäßrohrs, der Sinus Bojani oder Venensinus, ist als Sinus, nach der Definition dieses, ein Gefäßbestandtheil mit Endothel. Dieses ist von Eberth[2] und Kollmann[3] nachgewiesen und meine Abbildung (Fig. 17) ist nach einem Präparate angefertigt, welches Herr Prof. Kollmann die Güte hatte mir zur Verfügung zu stellen. Ein erweiterter Gefäßtheil, ein echter Sinus, ist auch noch der Herzbeutel selbst. In ihm sammelt sich das Blut, um nach zwei Richtungen abzufließen, nämlich durch die Blutbahnen des rothbraunen Organes und durch das Bojanus'sche Organ in das umgebende Medium.

Mit Rücksicht darauf, dass das Gefäßsystem der Lamellibranchiaten in allen seinen Theilen eine enorme Ausdehnungsfähigkeit besitzt, kann ich mich mit der Ansicht nicht befreunden, welche dort, wo solche Schwellungserscheinungen hauptsächlich auftreten, ein beson-

1) Nähme man an, dass gefärbtes Wasser durch die Membran der F.'schen Zelle auf dem Wege der Endosmose in das Innere dringe, welches wäre dann das flüssige Medium, welches durch Endosmose aus dem Innern entwiche? Etwa das Zellprotoplasma?

2) Wer Diffusionserscheinungen der verschiedensten Art genauer studirt hat, muss sich gestehen, dass eine so schnelle Füllung, wie sie bei der lebenden Muschel durch »Selbstinjektion« eintritt, nicht auf Diffusion beruhen kann.

3) Bei oftmals wiederholten Versuchen gelingt es, wenn man die frischen Thiere in Wasser legt, in welches man Magnesia- oder Karminpulver streute, diese festen Substanzen im Innern der in Frage stehenden Gebilde nachzuweisen — feste Körper aber diffundiren nicht.

[1] Kollmann, Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. XXVI, p. 93.

* Vgl. die im histor. Überblick citirte Litteratur.

[2] Eberth, l. c.

[3] Kollmann, Bindesubst. der Acephalen. Arch. f. m. Anat. Bd. XIII. p. 563.

deres Schwellgewebe oder Schwellnetz hin verlegt. Schon Langer[1] und von Hessling[2] haben diesen Ausdruck für ihre Kapillaren, namentlich im Fuße und Mantel eingeführt, und Flemming[3] beschreibt als Schwellnetz enge, verästelte, kommunicirende Gänge mit sehr ausdehnbarer Wand, welche zwischen den Schleimzellen liegen, Endothel hat darin nicht nachgewiesen werden können und der Ausdruck »lakunär« ist für dieselben zulässig. Wie ich schon bemerkt, sind nach Kollmann's[4] und meinen Untersuchungen die Gänge solide Gallertbalken und die von Flemming als Schleimzellen in Anspruch genommenen Gebilde, die wirklichen Lakunen, durch welche im Fuße Wasser ad libitum eingenommen werden kann. Dass durch diese wirklichen Lakunen die Schwellungsfähigkeit der Muscheln noch vergrößert werden kann, ist desswegen einleuchtend, weil der Körperflüssigkeit durch sie noch größerer Raum zum Ausbreiten geboten wird; denn die Lakunen sind »an und für sich beinahe ad infinitum erweiterbar«.

Wollte man aber allein diesen wahren Lakunen das Schwellungsvermögen der Thiere zuschreiben, so möchte ich doch glauben, dass dies zu einer Verkennung der Ausdehnungsfähigkeit der übrigen Blutbahnen Veranlassung geben könnte. Und ferner, wollte man von lokalen Schwellgeweben reden, so findet sich, meiner Ansicht nach, dabei stets der Gedanke versteckt, als handele es sich um einen geschlossenen Kreislauf, bei welchem die Schwellung einzelner Körperpartien dann durch übermäßiges Zuströmen oder durch Aufstauen des Blutes einzig und allein bewirkt würde, während sie in Wirklichkeit doch nur die Folge der Wasseraufnahme ist. —

Wenn es nun immer noch Forscher[5] giebt, welche bei den Lamellibranchiaten überhaupt jegliches Vorkommen von Lakunen in Abrede stellen, so hat dies wohl in einseitigen Untersuchungen seinen Grund, welche sich nur auf bestimmte Körperstrecken, namentlich auf die Kiemen beschränken, und von dort gefundenen Resultaten auf den gesammten Organismus schließen. —

Über die Form und die Anordnung der Lakunen lässt sich nichts allgemein Gültiges aussagen. Ich kann nur den Äußerungen Kollmann's[6] beipflichten, dass dieselben in den Tentakeln eine besondere Anordnung zeigen und in den Muskeln oft wie Gefäße aussehen. Letzteres Verhalten möchte ich ganz besonders betonen: Die später bei der Wasseraufnahme genauer zu beschreibenden Lakunen in dem Spinn-

[1] Langer, l. c. [2] von Hessling, l. c.
[3] Flemming, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII, p. 833 sq. p. 859.
[4] Kollmann, Bindesubst. d. Aceph. [5] Legros, l. c.
[6] Kollmann, Bindesubstanz der Acephalen. p. 567.

finger von Mytilus, welche einem allseitigen Muskeldrucke ausgesetzt sind, sehen mit ihren oft regelmäßigen Verzweigungen oft wirklichen Gefäßen täuschend ähnlich.

Doch ich kann diesen Abschnitt nicht verlassen, ohne noch einmal auf einen wesentlichen Punkt der Gefäßfrage, welcher die sogenannten Kapillaren betrifft, zurückzukommen.

Wenn ich vom histologischen Standpunkte aus mit anderen Forschern gewiss mit Recht diesen in Obigem genau beschriebenen Gefäßen den Charakter von Kapillaren zuerkenne, so muss ich ihnen vom physiologischen Gesichtspunkte aus in den bei Weitem meisten Abschnitten des Muschelorganismus denselben doch absprechen.

Ein verhältnismäßig enges, mit Endothel ausgekleidetes, fein verästeltes Gefäß ist noch keine Kapillare im physiologischen Sinne. Letzterem gegenüber sind Arterien und Venen nur die ab- und zuführenden Wege des Blutstromes, während den Kapillaren außerdem, dass sie direkte Blutwege zwischen Arterien und Venen sind, noch die physiologisch wichtigste Funktion des ganzen Gefäßapparates zufällt, nämlich, ohne Hinzutreten anderer Gebilde, die Wechselwirkung zwischen Blut- und Organflüssigkeit, die Aufnahme und Absonderung flüssiger und gasförmiger Produkte durch die dünnen Wandungen hindurch zu bewerkstelligen.

Aus diesem doppelten Grunde giebt es in dem größten Theile des Muschelleibes keine Kapillaren; denn das Blut fließt zwischen den arteriellen und venösen Bahnen durch wandungslose Gewebslücken, und das physiologische Moment der Diffusionserscheinungen tritt in den Hintergrund, während dafür der einfache Vorgang des Durchsickerns, Transsudirens und der Lebensprocess und die Metamorphose gewisser Zellen eine größere Rolle spielt. Das Blut ist zugleich Parenchymflüssigkeit κατ' ἐξοχήν; seinen Nahrungswerth erhält es auf zwei Wegen: erstens, durch Aufnahme von Chylus aus dem Darmkanale direkt durch Transsudiren in die lakunären Bahnen der Darmleiste, zweitens, durch willkürliche Vermischung mit Wasser, durch die mit dem umgebenden Medium in Verbindung stehenden Lakunen des Fußes. Das aufgenommene Wasser bildet ein Komplement dieser wunderbaren Ernährungsflüssigkeit.

Während auf solche Weise bei einer Degradation des Gefäßsystems die Bedeutung cirkulirender Säfte als Parenchymflüssigkeit für den Ernährungsprocess zunimmt, kann auch von wirklichen Diffusionserscheinungen im physikalisch-physiologischen Sinne nicht mehr die Rede sein. Sobald ferner das Gefäßsystem aufgehört hat ein geschlossenes System zu bilden, sickert die Ernährungsflüssigkeit in Theile der

Leibeshöhle, welche dann in offener Kommunikation mit dem Cirkulationsapparate steht und gewissermaßen ein Theil desselben ist, ja die Funktion eines venösen Sinus übernimmt.

Es ist leicht herauszufühlen, worauf ich zusteure: Ich betrachte die ganzen venösen Blutbahnen mit Einschluss der Lakunen entwicklungsgeschichtlich als Reste des Coeloms[1], in welches die Arterien, die sich erst durch einen fortgeschritteneren Differenzirungsprocess aus demselben herausgebildet haben, mit mehr oder weniger feinen Verzweigungen einmünden. Venen und Sinus stehen dadurch, dass sie Endothel führen, schon auf höherer Stufe als die Lakunen, welche das primitive Coelom repräsentiren. —

Ernährungserscheinungen, wie sie hier vor uns liegen, sind um nichts wunderbarer als jede Ernährung überhaupt, wenn man bedenkt, dass alle Gewebe zunächst sich selbst durch Anziehung des ihnen homogenen Stoffes bilden müssen, dass nicht die Blutgefäße als Bildner der Organe angesehen werden können, sondern dass sich diese vielmehr aus einer Flüssigkeit ernähren, von welcher sie selbst durchtränkt sind, welche sich nur aus dem Blute stets erneuert. — Ferner ist anzunehmen, dass bei solchen Ernährungsverhältnissen für die Assimilation und Exkretion gewisse Zellen sich betheiligen, und dahin rechne ich vor Allem die Rund- und Spindelzellen des Gallertgewebes, dass aber auch zu diesem Zwecke eine molekulare Umwandlung in der Grundsubstanz selbst vor sich geht, mit andern Worten, dass die Intercellularsubstanz selbst physiologisch thätig[2] eingreift.

An der Oberfläche der Organe nehmen die Zellen exkretorische Bedeutung an, wobei sie oft selbst einer Umwandlung, Abstoßung, Auflösung, unter stetem Nachrücken neuer Zellen, unterworfen sind, so zum Beispiel auf den Falten des Bojanus'schen Organes und am Mantel. Ein Hilfsmittel bei all diesen Vorgängen ist das durch den ganzen Organismus verbreitete Wimperspiel. —

Eine osmotische Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure in den Kiemen halte ich für möglich, aber nicht für unbedingt nothwendig. Es ist bekanntlich durch neuere Untersuchungen über

[1] In Bergmann u. Leuckart u. in Huxley: Grundzüge d. Anatomie d. wirbellosen Thiere, übersetzt von Spengel findet man p. 421 bereits ähnliche Andeutungen. — Über das Vorkommen eines Coeloms bei den Lamellibranchiaten spricht sich soeben Kollmann — K.'s und meine Anschauungen sind gänzlich unabhängig von einander entstanden — in einer Arbeit für die Jubelfeier der Würzburger Universität aus. Flemming ist der Ansicht, dass es bei den Lamellibranchiaten keine erkennbare Leibeshöhle gäbe (Habilitationsschrift p. 31).

[2] Vgl. Kollmann, Strukturlose Membranen etc. Sitzungsber. der math. phys. Kl. d. k. bayr. Akad. d. Wissensch. 1876. Heft II.

den Bau der Lamellibranchiatenkiemen[1] das Vorkommen lakunärer Blutbahnen in denselben mehrfach behauptet, aber auch Widerspruch dagegen erhoben worden[2].

Bei Mytilus ist das Fehlen der Lakunen nach Bonnet[3] und Kollmann[4] ohne allen Zweifel.

In diesem Falle sind die fadenförmigen Kiemen nur zum Zwecke der Respiration vorhanden, wir haben es in ihnen mit einer fortgeschrittenen Arbeitstheilung zu thun und diese Kiemenformen repräsentiren die höchste Entwicklungsstufe, es zeigt sich ein geschlossenes Gefäßsystem mit Diffusionsvorgängen für die Athmung.

Anders liegen die Verhältnisse in den Najadenkiemen. Hier sind durch scharfe Beobachter[5] Lakunen konstatirt worden und ihr Vorkommen ist um so verständlicher, wenn man berücksichtigt, dass die Najadenkieme ein niedrigeres Entwicklungsstadium repräsentirt und zugleich als Brutbehälter dient. Aus den obigen Betrachtungen erhellt nun, dass das Vorkommen von wirklichen Kapillaren im Organismus der Lamellibranchiaten bei einigen Formen bis auf Null reducirt ist, bei anderen sich nur auf das Respirationsorgan beschränkt, doch steht auch hierüber die Frage noch offen.

B. Die Wasseraufnahme.

Wenn ich in den vorliegenden Mittheilungen bereits mehrfach angedeutet habe, dass das Gefäßsystem der Lamellibranchiaten auch mit dem umgebenden Medium in Verbindung stehe, so möchte ich jetzt genauer auf diese Umstände eingehen.

Ich will gleich vorausschicken, dass mir die des Weiteren eingehend zu beschreibenden Beobachtungen über die Wasseraufnahme nur an Najaden, namentlich an Anodonta gelungen sind, da hier im Binnenlande, weit entfernt von der Küste, Mytilus[6] im normalen Zustande schwer zu halten ist, und Dreyssena für solche Beobachtungen ein sehr ungeeignetes Objekt bildet. Dagegen erstrecken sich meine mikroskopischen Untersuchungen sowohl auf die eine, als auch auf die andere Familie.

Über die Kammmuscheln und noch einige andere marine Familien hoffte ich zugleich Aufschluss geben zu können; da mir aber bisher nicht das nöthige Material, um welches ich in Neapel nachgesucht, zu

[1] Vgl. die Arbeiten von Posner, Bonnet, Holman Peck.

[2] Kollmann, Bindesubstanz der Aceph. p. 587. Vgl. auch Sep.-Abdr. aus d. niederl. Arch. f. Zoologie. Bd. V. p. 14. 15.

[3] Bonnet, l. c. p. 322. [4] Kollmann, Bindesubst. d. Aceph. p. 587.

[5] Vgl. die Arbeiten von Posner, Bonnet, Holman Peck.

[6] Die Thiere kamen, obgleich in Seewasser verschickt, meistens halb todt an.

Gebote stand, so verspare ich eingehende Mittheilungen darüber auf ein anderes Mal.

Carrière ist in seinen citirten Arbeiten einer Wasseraufnahme so entschieden entgegengetreten, dass frühere Untersuchungen gewissenhafter Beobachtungen sämmtlich irrthümlich erscheinen, und ich glaube eine Berücksichtigung dieser wichtigen Frage ist um so nöthiger, da, so viel ich weiß, von keiner Seite Bestätigungsarbeiten, welche den Carrière'schen Ansichten beitreten, erschienen sind. —

Wenn Anodonta und Unio sich an die Gefangenschaft einigermaßen gewöhnt haben, und man dafür sorgt, dass das Wasser, in welchem die Thiere aufbewahrt werden, immer die nöthige Frische hat, so bemerkt man, dass dieselben meist mit etwas geöffneter Schale ruhig verharren. Streut man zu Pulver verriebene Substanzen in das Wasser, so sind in demselben Strömungen wahrzunehmen, obgleich die Oberfläche und die Thiere völlige Ruhe bewahren.

Nur dann und wann sieht man an einer Stelle, an welcher eine Muschel mit ihrem hinteren Ende der Oberfläche zugekehrt liegt, das Wasser plötzlich aufwallen, als hätte ein Strahl von unten her gegen die Oberfläche gewirkt. —

Am hintern Ende der Muschel ragt der Mantelsaum ein wenig zwischen den Schalen hervor und bildet hier die längst bekannten schlitzförmigen Öffnungen, welche in der Systematik als Eintheilungsgrund in Siphoniatae und Asiphoniatae Verwendung finden. Die beiden schlitzförmigen Abschnitte der hinteren Mantelgegend sind unter dem Namen Athem- und Kloakenöffnung bekannt.

Bei Mytiliden (Dreyssena) ragen dieselben mehr röhrenartig, verhältnismäßig weiter zwischen den Schalen hervor als bei Najaden. Der obere, mehr dorsale, dem Schlosse zunächst liegende Schlitz ist die Kloakenöffnung, der unter ihr mehr ventral gelegene, ist die Athemöffnung. An dieser, der größeren von beiden, ist der Mantelrand mit kegelförmigen Papillen, den sogenannten Manteltentakeln besetzt, während am Rande der Kloakenöffnung sich meist nur schwache Runzeln befinden.

Streut man in die Nähe einer, mit ihrem hinteren Ende der Oberfläche zugekehrten Anodonta feine Karminkörnchen, und dirigirt dieselben beim Untersinken ein wenig mit der Nadel, so sieht man, dass an der Athemöffnung ein fortwährendes Einströmen, an der Kloakenöffnung ein Ausströmen stattfindet.

Unter dem Mikroskope kann man mit schwachen Linsen diese Erscheinungen wunderschön bei Cyclas cornea beobachten, welche im Uhrschälchen mit Wasser weit ihre Siphonen ausstreckt.

Die Flimmercilien sind bei diesen Strömungen lebhaft betheiligt; ihre Schwingungen gehen an der Athemöffnung von außen nach innen, an der Kloakenöffnung umgekehrt vor sich. Operirt man geschickt, so gelingt es sowohl im einen als auch im anderen Falle die Karminkörnchen in die Nähe dieser Mantelöffnungen zu bringen, rapide schlüpfen sie in die Athemöffnung hinein, in die Nähe der Kloakenöffnung gelangt, werden sie heftig fortgeschnellt, auch sieht man aus derselben dann und wann die durch die erstere aufgenommenen Körnchen herausfliegen. Plötzlich scheinen die aufgenommenen Fremdkörper dem Thiere Unbehagen zu verursachen, und aus dem Athemschlitz erfolgt unter Kontraktion der Ränder und Schließbewegung der Schalen ein heftiger Wasserauswurf, der, alles Aufgenommene mit sich reißend, strahlartig gegen die Oberfläche stößt und diese emporwallen lässt. Nach einiger Zeit beginnt das Spiel von Neuem (vgl. Fig. 1). —

Dass durch diese Öffnungen Athemwasser, welches die Kiemen umspülen soll, zwischen die Schalen eingesogen und aus denselben ausgeschieden wird, dass zugleich Nahrungsstoffe auf diesem Wege dem Munde zugeführt werden, ist Jedem bekannt. Indess da meine sämmtlichen Beobachtungen desswegen angestellt wurden, die Frage nach der Wasseraufnahme in das Innere des Organismus zu entscheiden, so machte ich allerhand weitere physiologische Experimente. Zunächst führte ich stumpfe Kautschuksonden in die genannten Öffnungen. Eine Trennung der Schalen zeigte stets ihre Lage im Kiemengange; nur einige Male gelangte die, durch die Kloakenöffnung eingeführte, Sonde per anum in den Darm. Da fiel mir die von Hessling'sche Hypothese von dem Offenstehen der Kiemenvene ein, und ich kam auf den abenteuerlichen Gedanken, dass vielleicht ein Gefäßzweig der Darmleiste im After oder dicht vor demselben offen in das umgebende Medium ausmünden möchte. Wiederholte Untersuchungen mit Sonde und Lupe ließen eine Öffnung nicht auffinden. Ich blies Luft auf den After und dessen Umgebung, ich spritzte gefärbte Flüssigkeit aus einem, an der ausgezogenen Spitze knopfartig abgeglühten, am anderen Ende mit einer ballonartigen Gummipression versehenen Glastubus, weder Luft noch Färbemittel drangen durch irgend eine Öffnung in das Innere der Gewebe. Gleichzeitig habe ich mich derselben Methoden bedient um etwa vorhandene Spalten an den Kiemenvenen oder Mantelrändern zu ermitteln, — stets vergebens; derartige Öffnungen existiren nach meinen, mit Genauigkeit angestellten, Untersuchungen nicht. Dieselben Versuche wurden an der Athemöffnung wiederholt, stets mit dem Erfolge eine Öffnung für Wasseraufnahme oder -abgabe nicht gefunden zu haben.

Überlegend, dass, wenn wirklich in diesen Gegenden Ein- oder Ausfuhröffnungen existirten, diese immerhin groben Methoden an der Feinheit und dem schnellen Schließen derselben scheitern möchten, sann ich auf andere Mittel.

Bringt man ein großes Thier in die denkbar bequemste Lage zum Lichte und zum Auge des Beschauers, so kann man nur im vordersten Theile der Öffnungen, weil es im Innern zu dunkel ist, die nächste Umgebung erkennen. Desswegen versuchte ich künstliche Erhellung. Im dunklen Zimmer, welches nur während der nöthigen Operation durch eine Kerzenflamme erhellt wurde, ließ ich durch eine schlitzförmige Spalte am Fensterladen mit Hilfe von allerhand Spiegelvorrichtungen Sonnenstrahlen einfallen; dann brachte ich das Wassergefäß mit einer, ihr hinteres Ende der Oberfläche zukehrenden mächtigen Anodonta[1] in solche Stellung, dass die Lichtstrahlen das Thier unter Erhellung der betreffenden Öffnungen streiften. Der Lichtreiz bewirkte ein augenblickliches Zusammenziehen der Schalen, ein hochinteressanter Punkt, der zu weiteren Untersuchungen Veranlassung geben mag. Indessen gelang es mir durch allmähliche Koncentration der Lichtstrahlen einige Male mit schöner Beleuchtung direkt und, da ich ohne den Lichtstrahl abzuschneiden das Auge nicht nahe genug vor die Öffnungen bringen konnte, an Spiegelbildern in die geheimnisvollen Höhlen hineinzuschauen. Auch jetzt konnte ich nichts von Öffnungen, von Ein- und Ausströmen des mit Karmin- oder Kohlenpulver vermischten Wassers wahrnehmen. Es schien mir jetzt nöthig, die in die Athemhöhle eindringenden Farbepartikelchen weiter zu verfolgen. Wiederum wurden große Anodonten als Versuchsobjekte vorgenommen. Nachdem eine ziemlich große Anzahl von Farbstoffkörnchen, ohne dass ein Wasserauswurf erfolgte, auf dem beschriebenen Wege eingeschlüpft waren, wurden die Thiere geöffnet und der Farbstoff, wenn nöthig mit der Lupe, aufgesucht. Die Körnchen lagen, von Körperschleim festgehalten, längs der Kiemengänge, nach vorn zu an den Mundtentakeln und in der Umgebung des Mundes und endlich in der Nachbarschaft der Ausmündungsöffnung des Bojanus'schen Organes. Obgleich ich mich schon früher gegen eine Wasseraufnahme durch das Bojanussche Organ ausgesprochen hatte[2], so nahm ich doch Veranlassung aufs

[1] Es sei mir zu bemerken hier gestattet, dass alle Versuche, welche auf die Wasseraufnahme Bezug haben, durch die Auswahl möglichst großer Thiere etwas erleichtert werden. Ich habe Exemplare benutzt, deren gewöhnliches Maß 12 bis 15 cm betrug, doch auch 20 und 22 cm lange Thiere standen mir einige Male zu Gebote. Diese Riesen-Anodonten bezog ich aus einem Flüsschen: Schwarzau, welches sich unterhalb Lübeck in die Trave ergießt. Auf Wunsch werden solche Exemplare von der Apotheke in Schwartau besorgt.

[2] Griesbach, l. c.

Neue diesen Punkt zur Untersuchung heranzuziehen. Ich öffnete vom angegebenen Punkte aus das Organ und suchte mit der Lupe zwischen den Falten desselben, ferner in der Vorhöhle und im Pericardium nach Karminkörnchen. Unter 20 Versuchen habe ich nur ein einziges Mal ein einzelnes Korn dicht hinter der Ausfuhröffnung in einer Falte eingeklemmt gefunden. Ich erkläre mich nach wie vor gegen eine Wasseraufnahme an diesem Orte.

Doch außer der beschriebenen Stromrichtung der Farbstoffpartikelchen ist noch eine andere vorhanden. An der Stelle, wo die Kiemenlamellen paarweise aus einander weichen, um den Fuß zwischen sich zu nehmen, zweigt sich eine Stromlinie ab, auf welcher der Farbstoff schräg über die Seitenflächen des Fußes zu dessen Kante geführt wird. Von jetzt ab koncentrirten sich meine Beobachtungen auf die Fußschneide, auf welcher ja, nach so vielen scharfen Beobachtern, die betreffenden Öffnungen für eine Wasseraufnahme in das Innere des Organismus sich finden sollten.

Nach mühevollen Untersuchungen — Jeder der selbst Hand anlegt, wird das Mühevolle derselben kennen lernen — ist es mir gelungen positive Resultate über die Wasseraufnahme mittheilen zu können: Es befinden sich auf der Fußkante von Anodonta und Unio (Fig. 2 und 3) 3 schlitzförmige Spalten. Die erste, kaum 1 mm lang, liegt ganz vorn auf der Spitze des Fußes (vgl. den Querschnitt Fig. 4). Bei einer 13 cm langen Anodonta befindet sich an dem, erschlafft 7 cm in die Länge und 4 cm in die Breite messenden, Fuße, von der vorderen Öffnung um 4,5 cm entfernt ein zweiter Schlitz, der etwas über 3 mm (3,1) lang ist, und nach hinten zu, von diesem um 0,9 cm entfernt die dritte, etwas über 2 mm (2,2) messende Öffnung (vgl. Fig. 2 und 3). Von einer Breitenmessung dieser Öffnungen im normalen Zustande kann nicht die Rede sein, ich habe keine derselben je klaffen sehen, sondern ihre Ränder liegen fest an einander, und nicht ein Haar könnte eindringen, ohne die Wände zu berühren. Nur bei Unio klafft, wenn das Thier fast abgestorben ist, die mittlere Öffnung bisweilen und dann beträgt ihre Weite ungefähr 0,5 mm. von Hessling[1] hat bei Unio nur die mittlere Öffnung gekannt, die er nach Lage und Maß richtig beschreibt. Bekanntlich hat von Baer[2] die schlitzförmigen Öffnungen, und zwar als der Erste, gesehen, er nahm Anfangs auch drei Öffnungen an; hernach spricht er von neun bis zehn derselben, die meiner Ansicht nach aber Zerreißungen sind. Es erscheint überflüssig die Namen sämmtlicher Autoren, von denen wir über solche Öffnungen

[1] von Hessling, l. c. p. 238. Taf. II. Fig. 1 u. 2. [2] von Baer, l. l. c. c.

vernehmen, hier nochmals zu repetiren. Zuletzt hat eingehender Kollmann[1] über dieselben berichtet.

Was Zerreißung und was normale Spalte ist, fällt auf den ersten Blick dem Eingeweihten zu unterscheiden nicht schwer. Durch Berstungen entstandene Risse zeigen dem unbewaffneten Auge, besser unter der Lupe und auf Querschnitten unter dem Mikroskope gezackte Ränder mit in einzelnen Fetzen abgestreiftem Epithel. Die wahren Öffnungen haben glatte, lippenartig gewulstete Ränder, und das Epithel zeigt sich unter dem Mikroskope, wenn man vorsichtig gearbeitet hat, unlädirt (Fig. 5). —

Um die Pori aquiferi[2], wie ich sie zur Erinnerung an delle Chiaje mit anderen Forschern nenne, bei den Najaden aufzufinden und ihren Zusammenhang mit dem Gefäßsysteme zu konstatiren, habe ich folgende Methoden eingeschlagen. Frisch gefangene Thiere, welche den Fuß weit aus der Schale streckten, nahm ich schnell aus dem Wasser und presste gelinde die Schalen zusammen, um das Zurückziehen des Fußes zu verhindern. Es traten an den verschiedensten Stellen die bekannten Wasserstrahlen auf. Drei Strahlen zeichnen sich durch ihre größere Dicke und ihre geringere Kraft, und in Folge dessen durch ihre Kürze von den anderen aus. Sie treten, wenn überhaupt, unveränderlich, einer auf der Spitze des Fußes und zwei dicht neben einander ungefähr auf der Mitte der Fußschneide auf. Selten sieht man alle drei Strahlen zugleich, meistens erscheint nur einer und zwar der, welcher aus der dritten Öffnung, von vorn aus gerechnet, hervortritt, oder diese und die erste der drei Öffnungen werfen zugleich Wasser aus. Manchmal sieht man aus der Fußschneide gar keinen Wasserstrahl austreten, wenn man dann den Fuß sanft an der Stelle, wo die mittleren Öffnungen liegen, zwischen zwei Finger drückt, so sieht man oft, wie Wasser aus der mittleren größten Öffnung, nicht etwa strahlartig, entleert wird, sondern, kaum sich über die Ränder erhebend, nur überfluthet. Nachdem ich mich durch viele derartige Versuche über die Lage der Öffnungen ungefähr orientirt hatte, ging ich daran, sie am abgestorbenen Thiere aufzusuchen. Zu diesem Zwecke ließ ich frisch gefangene Anodonten und Unionen, ohne sie in der Gefangenschaft mehr anzurühren, indem ich allmählich mit dem Erneuern des Wassers aufhörte und nach fünf Tagen etwas Essig zusetzte, langsam absterben. Der vorgestreckte Fuß war schließlich erschlafft und Kontraktionserscheinungen traten nicht mehr ein. Mit einem weichen Pinsel wurde der an der Fußkante haftende Schleim vorsichtig entfernt und dann mit der Lupe die ganze Schneide abgesucht. Ich fand so die drei Öff-

[1] Kollmann, Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. XXVI. p. 96—99.

[2] Bei delle Chiaje: Fori aquiferi.

nungen, wie ich sie beschrieben und abgebildet, keine weniger und keine mehr.[1] —

Es leuchtete mir ein, indem ich zugleich an die Aussprüche verschiedener Autoren dachte, dass, wenn ich den Versuch machen würde in diesem schlaffen Zustande durch eine der Öffnungen zu injiciren und dann die Masse sich hernach in der Blutbahn fände, damit absolut kein Beweis für den Zusammenhang der betreffenden Öffnungen mit dem Gefäßsystem geliefert sei. Selbst dem geschicktesten Injektionstechniker würde, ohne Zerreißungen beim Einführen des Instrumentes zu bewirken, eine Füllung nicht gelingen. Aus diesem Grunde habe ich von einer derartigen Injektion stets Abstand genommen.

Aber wie denn den Nachweis liefern, dass das Gefäßsystem durch diese Öffnungen nach außen mündet? Schon oftmals hatte ich, ohne besonders darauf zu achten, gesehen, dass, wenn die Muscheln mit leicht geöffneten Schalen ruhig im Wasser verharren, die an einander liegenden Mantelränder, welche wulstartig am Schalenrande hervorquellen an ein oder zwei Stellen, meist in der Mitte und vorn am Maule einen ähnlichen Schlitz offen lassen, wie Athem- und Kloakenöffnung ihn vorstellen (Fig. 6).

Ich nahm jetzt mehrere Thiere, legte jedes in eine besondere Schale, etwas schräg mit der ventralen Seite der Wasseroberfläche zugekehrt und wartete bis solche Schlitze sich zeigten. Dann griff ich zum Karmin und dirigirte die Körnchen in die Nähe der Öffnungen. In der Mundgegend schlüpften die Körnchen langsam, manchmal unter strudelartiger Bewegung in die Mantelspalte hinein, das Auffinden der Körnchen in der Mund- und Magenhöhle zeigt, dass auf diesem Wege, wenn die Schalen ein wenig geöffnet sind, Nahrungssubstanzen eindringen. Ich gab dem Thiere absichtlich keine ganz dorsale, sondern etwas schräge Lage, damit nicht die Karminkörnchen, die ich ferner in die Nähe des mittleren Mantelschlitzes brachte, durch ihre eigene Schwere hineinsinken möchten. Ich fand, dass hier in derselben Weise wie an dem Athemschlitze die Körnchen, nur weniger geschwind, in der Öffnung verschwanden. Ungefähr an dieser Stelle aber liegen die zwei mittleren Pori aquiferi. Meine Untersuchungen, ob unter den beschriebenen Verhältnissen fein verriebenes Karminpulver durch sie in den Fuß eindringen möchte, blieben ohne den gewünschten Erfolg. Nimmt man aber den Glastubus mit Gummipression, schiebt ihn vorsichtig in diesen Mantelschlitz, oder wenn derselbe nicht vorhanden ist einfach an dieser Stelle zwischen die Schalen und komprimirt rasch

[1] Auch die von Flemming (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XV p. 253, 254) angegebene Gefrierungsmethode ist für das Aufsuchen zweckmäßig.

den Ballon, so dringt ein Theil gefärbter Flüssigkeit, ohne dass Zerreißungen eintreten, da der Tubus gar nicht die Fußschneide zu berühren braucht, durch die hier befindlichen zwei Pori aquiferi in das Innere des Fußes und man sieht nach dem Öffnen und nach sorgfältigem Abwaschen denselben deutlich innerlich gefärbt.

Eine Injektion an dieser Stelle gelingt auch mit etwas dickflüssigeren Substanzen, wenn man das den Fuß ausstreckende Thier aus dem Wasser hebt und den Glastubus vorsichtig aber schnell in den mittleren Wasser entleerenden Porus schiebt. Zerreißungen können vorkommen in Folge des Umstandes, dass sofort eine heftige Kontraktion eintritt, und überdies durch dieselbe das Gefäßsystem an dieser Stelle förmlich abgeschnürt wird, so dass die Masse am weiteren Vordringen verhindert ist.

Wenn nun diese beiden Versuche, und namentlich der erstere, die Annahme eines Wassereintrittes durch die Pori aquiferi, wenn auch nicht beweisen, so doch bestärken, so ist dadurch doch keineswegs ausgeschlossen, dass im normalen Zustande die betreffenden Öffnungen nicht als Ausfuhrstellen fungiren möchten.

Doch hierüber giebt vielleicht die Methode der Selbstinjektion (sit venia verbo) Aufschluss. Die nachstehend mitgetheilten direkten Ergebnisse der Beobachtung betreffen nur Anodonta und Dreyssena.

27. Mai 1882. Nachm. 3 Uhr. Von sechs Anodonten (meist A. cellensis) aus dem Rhein-Rhône-Kanal, fast auf jeder derselben haben sich einige Dreyssenen angesponnen, haben vier Thiere 48 Stunden ohne Erneuerung des Wassers verbracht, zwei sind 48 Stunden lang stark fließendem Wasser ausgesetzt gewesen. Alle sechs haben die Schalen überall fest geschlossen, auch die Dreyssenen haben die siphonenartigen Mantelschlitze eingezogen.

3 Uhr 10 Min. Von den genannten vier Anodonten wird jede in eine mit frischem Wasser, welches durch Jodgrün gefärbt ist, gefüllte Schale gelegt, die zwei letzteren Thiere werden in eine frisch bereitete Silberlösung (1 : 5) gethan.

I. Anodonta 1 in Jodgrün. 4 Uhr 21 Min. Die Schalen sind leicht geöffnet, die Wasserströmungen an den hinteren Mantelschlitzen sind sichtbar. — 7 Uhr 30 Min. wird das Thier aus dem Wasser genommen und geöffnet. Herzthätigkeit annähernd normal, — Fuß an der Kante und innerlich grün gefärbt. — Die angesponnenen Dreyssenen zeigen nach dem Öffnen schwache grüne Färbung des Spinnfingers und des übrigen Fußtheiles.

Anodonta 2 in Jodgrün. Am 28. Mai Mittags 12 Uhr geöffnet. Schalen waren geschlossen. Herz pulsirt schwach Fuß ist in seiner

ganzen Ausbreitung innerlich violett[1] gefärbt. Dieselbe Färbung findet sich in Mantel und Kiemen, das Bojanus'sche Organ erscheint schwach grün.

2 Dreyssenen erscheinen nach dem Eröffnen schwach grün im Fuße.

Anodonta 3 in Jodgrün, zur selben Zeit geöffnet. Die Schalen waren geschlossen. Herz pulsirt nur noch bei Reizung und ist mit violetter Flüssigkeit gefärbt, eben so Kiemen und Mantel, schwach und nur stellenweise violett sind Fuß und Boj. Organ. In drei Dreyssenen ist ein Farbstoff deutlich nicht nachweisbar.

Anodonta 4 in Jodgrün. Schalen ein wenig geöffnet, wird Nachm. 3 Uhr geöffnet. Das umgebende Wasser ist heller geworden und violett schillernd. Herz pulsirt ziemlich normal. Alle Organe, auch das Boj. Organ, sind fast gleichmäßig violett gefärbt, doch das Boj. Organ am schwächsten. Dreyssenen nicht vorhanden.

II. Anodonta 1 (5) in Silberlösung[2] Nachm. 4 Uhr geöffnet. Herzstillstand, schmutzig weiß gefärbte schleimartige Massen bedecken die Kloaken- und Athemöffnung und zeigen unter dem Mikroskop Blutkörperchen. Thier wird sofort in destillirtem Wasser sorgfältig abgewaschen, Kontraktionserscheinungen noch schwach vorhanden. Das ganze Thier wird der Länge nach durchgeschnitten, überall innerlich ist Silber reducirt, nach einiger Zeit tritt Nachdunkelung ein. Zwei Dreyssenen innerlich überall braun gefärbt.

Anodonta 2 (6) in Silberlösung zeigt 5 Uhr 21 Min. klaffende Schalen, wird geöffnet und ist völlig abgestorben. Die Untersuchung ergiebt dasselbe Resultat wie No. (5) II. — Dreyssenen nicht vorhanden.

Aus diesen Versuchen geht deutlich hervor, dass Wasser in den Organismus aufgenommen wird und zwar allem Anscheine nach durch den Fuß; dennoch ist immer noch nicht mit Bestimmtheit zu sagen, ob dieser nur dem Eintritte oder auch dem Austritte von Wasser diene, oder wo letzterer sonst zu suchen sei. — Interessant ist die Beobachtung, dass das Jodgrün durch den starken Kalkgehalt namentlich im Mantel und in den Kiemen, am wenigsten, oft gar nicht im Bojanus'schen Organe, in einen violetten Stoff umgewandelt wird, derselbe entsteht so, dass die Basis des Salzes abgeschieden wird. Man kann diesen Process im Laboratorio ad oculos demonstriren durch einfachen Zusatz von Kalkwasser. Doch es kam mir darauf an, wenn möglich die Thiere während der Wasseraufnahme zu beobachten, und es fielen mir die Ver-

[1] Vgl. den Text gleich nach der Beobachtungstabelle.

[2] Die Selbstinjektion mit Silberlösung wurde namentlich angestellt, um in den verschiedenen Gefäßpartien eine Endothelauskleidung, wo solche vorhanden, nachzuweisen.

suche Leydig's an Cyclas cornea ein, bei welchem Thiere nach genanntem Forscher feine Porenkanäle direkt »in das Lakunennetz, mit anderen Worten in das Blutgefäßsystem, einmünden«[1]. Sofort verschaffte ich mir Cyclas cornea aus dem Rhein-Rhône-Kanal und legte das Thier, in einem Uhrschälchen mit frischem Wasser befindlich, unter das Mikroskop. Das Thier reckte seinen zungenförmigen Fuß und seine Siphonen weit heraus. Eine Beobachtung ist nicht schwierig, da sich die Thiere meist durch eine Bewegung des Uhrglases nicht beunruhigt fühlen und den Fuß in der ausgestreckten Lage lassen.

Ich hatte bei meinen Beobachtungen es nur mit alten Thieren zu thun, doch kann ich die Leydig'schen Angaben hinsichtlich der Flimmerbewegungen bestätigen. Einige Male glaubte ich, wie ich in meiner vorläufigen Mittheilung[2] berichtet, den Eintritt pulverförmiger Substanz mit dem Eintritt des Wassers durch den Fuß konstatirt zu haben, doch ist mir dies jetzt wieder zweifelhaft, da mehrere spätere Versuche ein negatives Resultat ergaben; mit Jodgrün gefärbtes Wasser aber habe ich deutlich aufnehmen sehen[3]. Aber ich war so glücklich, auch junge Anodonten mit ausgestrecktem Fuße im Uhrglase unter dem Mikroskope mit schwachen Linsen bei auffallendem Lichte zu beobachten.

Ich verwendete hierzu 2,3 bis 3,5 cm große frisch gefangene Thiere (Anod. cellensis aus dem Rhein-Rhône-Kanal). Wer täglich mit unseren Najaden herumoperirt, dem werden auch die jetzt zu beschreibenden Beobachtungen, durch welche die Frage nach der Wasseraufnahme positiv beantwortet wird, bei einiger Geduld gelingen.

Auf der ganzen Fußschneide, überhaupt überall auf dem Fuße herrscht ein lebhaftes Wimperspiel. An den Stellen, wo die Pori aquiferi liegen, schlagen längere Wimpercilien als an anderen Fußabschnitten. Den ersten der Pori aquiferi sieht man wegen seiner außer-

[1] Leydig, l. c., Über Cyclas cornea. p. 47.

[2] Biolog. Centralblatt. Bd. II. No. 10.

[3] von Ihering berührt in seiner Ontogenie von Cyclas etc. Zeitschr. f. w. Zoologie, Bd. XXVI, p. 419 auch diesen Punkt. v. Ihering wirft Leydig vor, er habe die sogenannten Epithelrinnen des Fußes für in das Innere derselben führende Kanäle gehalten. Ich betone, dass von besonderen Kanälen nicht die Rede sein kann; dass aber gefärbte Flüssigkeiten wirklich von der Fußkante aus in das Innere eindringen, und nicht etwa nur durch die Flimmerbewegung in den Epithelrinnen des Fußes äußerlich vertheilt werden, muss ich nach meinen Beobachtungen bei Cyclas als auch bei Anodonta positiv festhalten.

Ein geübter mit dem Gegenstand vertrauter Beobachter hält beide Erscheinungen leicht aus einander.

v. Ihering hat auf Querschnitten nur die Rinnen gesehen; er wird wohl keine Serienschnitte angefertigt, und nicht nach vorherigem Aufsuchen der Pori aquiferi in den betreffenden Fußabschnitten direkt durch diese Schnitte gelegt haben.

ordentlichen Kleinheit nicht deutlich, die beiden mittleren sind, namentlich wenn der Fußrand ein wenig umgeschlagen wird, schön wahrzunehmen.

Ich streute Magnesia usta, welche ich wegen ihrer Feinheit und ihres Ausbreitens beim Untersinken für derartige Versuche sehr empfehlen kann, in die Nähe der Fußkante. Die Bewegung der Cilien ergriff auch das Pulver und Spuren desselben drangen mit dem Wasser in das Innere ein, eben so bei anderen Versuchen Jodgrün und Karminpulver. Da das Thier den ausgestreckten Fuß nicht ganz ruhig hält, sondern stets leichte Kontraktionswellen darüber hinweglaufen, so kann man streckenweise unter dem Mikroskop deutlich den Blutstrom verfolgen, der im Verein mit der äußeren Flimmerbewegung einen seltsamen und schönen Anblick gewährt. Ein Herausschnellen der Farbstoffpartikelchen oder einen Wasserauswurf aus den Pori aquiferi in diesem Zustande habe ich nie wahrgenommen.

Somit muss ich denn nach allen diesen eingehenden und lange Zeit fortgesetzten Untersuchungen das Resultat so formuliren:

Die Najaden besitzen auf der Schneide des Fußes 3 Pori aquiferi, welche im normalen Zustande die direkte Wasseraufnahme in das Blut vermitteln.

Ehe ich weiter gehe, möchte ich eine Rechtfertigung dieser etwas in die Länge gezogenen Mittheilungen über die angestellten Beobachtungen versuchen. Es handelte sich darum, eine wichtige Frage, welche von den meisten Forschern allerdings als bejaht angenommen wurde, welche thatsächlich aber seit 1826 unerledigt schwebt, und welche in neuester Zeit noch obendrein eine Anfechtung durch Carrière erlitten hat, endlich einmal mit untrüglichen Beweisen zu verneinen oder zu bejahen, und da kann man nicht genügend Beobachtungsresultate als Beweismittel beibringen. —

Ich komme jetzt zu der Wasseraufnahme bei den Mytiliden. Aus dem historischen Überblicke ist ersichtlich, dass man schon lange geglaubt hat, die Querspalte vorn auf der unteren Fläche des Spinnfingers von Mytilus und anderen Mytiliden diene der Wasseraufnahme. In neuerer Zeit hat Kollmann[1] die Füße von Pecten, Spondylus und Mytilus geradezu als »Wasserröhren« bezeichnet, und Sabatier's[2] schöne Untersuchungen sprechen sich ebenfalls für die Wasseraufnahme an diesem Orte aus.

Hinsichtlich der Spalte verweise ich auf die Abbildung, welche Sabatier davon giebt (Fig. 14 auf Taf. 27). Er nennt sie: Orifice,

[1] Kollmann, Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. XXVI. p. 97.

[2] Sabatier, l. c. p. 458—463.

qui fait communiquer la cavité du système sanguin avec l'eau au milieu de laquelle l'animal est plongé. Sabatier nennt sie orifice du système aquifère, doch wäre es sicher besser, in Anbetracht dessen, dass ein Wassergefäßsystem, auch seiner eigenen Annahme nach, nicht existirt, derartige Namen, welche so entschieden daran erinnern, ganz zu vermeiden. Dass die Öffnung am lebenden Thiere schwer zu finden sei, kann ich nicht behaupten, wenigstens findet man sie leichter, als die Pori aquiferi der Najaden. Um die Öffnung für eine Kanüle zugängig zu machen, ließ ich die Thiere in mit Essig vermischtem Flusswasser absterben. Physiologische Experimente habe ich nicht anstellen können, da es mir nicht möglich war, die Thiere in der Gefangenschaft im normalen Gesundheitszustande zu halten. Doch hoffe ich auch durch meine Injektionen und mikroskopischen Analysen zum Ziele gelangt zu sein. Eine ähnliche Öffnung findet sich an derselben Stelle bei Dreyssena (Fig. 7); nur sind alle Untersuchungen an diesem Thiere wegen der Kleinheit des Spinnfingers weit schwieriger und brauchbare Injektionen gelingen selten und nur bei vieler Übung.

Diese Pori aquiferi führen nun bei Mytilus und Dreyssena in einen kanalartigen Gang, in welchen man bei Mytilus eine stricknadelstarke Kautschuksonde, ohne ihn erheblich auszudehnen, einführen kann. Bei Dreyssena ist der Gang, der Kürze und Kleinheit des Spinnfingers entsprechend, enger. Der Porus aquiferus ist bei beiden Thieren (vgl. Sabatier, l. c. T. 27, Fig. 14) von einer kleinen, mehr oder weniger kreisförmigen Vertiefung umgeben (Dreyssena Fig. 7 *1*). Das Pigment in den Epithelzellen von Mytilus fehlt an dieser Stelle, und diese erscheint hell. Das Epithel ist cylinderförmig und trägt Wimperbesatz. Die Zellen (Fig. 10, Eng. u. Hens. Syst. 4. Oc. I) sind 0,045 mm lang und 0,009 mm breit, ihr Kern mist 0,0075 mm in der Länge und seine größte Breite beträgt 0,004 mm; die Cilien haben eine Länge von 0,025 mm.

Auch Dreyssena führt Cylinderepithel mit Wimpern. Die Zellen (Fig. 11, Eng. u. Hens. Syst. 4. Oc. I) sind 0,0175 mm lang u. 0,00375 mm breit, des Nucleus Breite beträgt 0,00275 mm und seine Länge 0,005mm, die der Cilien ist 0,0075 mm. Der kanalartige Gang ist schon von Tullberg[1] gesehen und sowohl auf Längs- als auch auf Querschnitten (vgl. seine Fig. 1 *f*, 2 *c*) richtig abgebildet worden. Tullberg aber hielt denselben einfach für ein starkes Gefäß und lässt ihn auch nicht mit der Querspalte ausmünden (vgl. seine Fig. 1 *f c*). Carrière hat diesen Gang überhaupt nicht gesehen, obgleich er doch nach der Tull-

[1] Tycho Tullberg, Über die Byssus des Mytilus edulis. In: Nov. Act. Reg. Soc. Scient. Upsaliensis 1877.

BERG'schen Arbeit hätte darauf kommen müssen, oder keine Notiz von ihm genommen, wenigstens bildet er ihn nirgends ab. —

Die Beschreibung, welche SABATIER von seinem sinus pédieux. dont la coupe est a peu près triangulaire, giebt, passt in so fern nicht zu der meinigen (vgl. Fig. 8), als er meiner Ansicht nach erstens kein Sinus ist, denn er führt kein Endothel und zweitens auf meinen Präparaten niemals »triangulaire«, sondern oval erscheint, wie auch TULLBERG ihn abbildet. Einen ganzen Querschnitt hat SABATIER nicht gegeben, ich vermuthe aber aus anderen Figuren und seiner Beschreibung, dass er den Spinnfinger in sehr kontrahirtem Zustande bearbeitet hat und ihm daher der kanalartige Gang dreieckig erschienen ist.

Nach meinen Untersuchungen besitzt der Gang keine eigene Wandung und ist weiter nichts als eine echte, massenhaft Blutkörperchen führende, durch den Muskeldruck, wie schon im vorhergehenden Abschnitte erwähnt wurde, gefäßartig in die Länge gezogene Lakune. Seine Wandungen bilden das Gallertgewebe, gerade wie bei den Lakunen im Fuße der Najaden und außerdem, und darin stimme ich mit SABATIER überein, »faisceaux musculaires dependant des muscles rétracteurs postérieurs du pied. Eben so liegen die Verhältnisse bei Dreyssena (Fig. 9), nur scheint der Gang da auch mir »un peu près triangulaire«. —

Serienquerschnitte durch die »Wasserröhre« von Mytilus und Dreyssena zeigen mir ferner, dass von allen Seiten in diese median verlaufende Lakune vielfach anastomosirende, ebenfalls gefäßartig gestaltete Lakunen einmünden, um mit ihr gemeinschaftlich die Kommunikation zwischen Seewasser und dem verhältnismäßig kleinmaschigen Lakunennetze des eigentlichen Fußtheiles (vgl. Fig. 13) zu vermitteln.

Darin stimmen SABATIER und ich überein, dass wir beide die seitlichen Anastomosen als Lakunen betrachten.

Rechts und links von der medianen Lakune, nahe dem Rande, verläuft jederseits ein schon von TULLBERG richtig gezeichnetes Gefäß (Fig. 8, 9, 13 *1*).

Die ganze »Wasserröhre« ist, sowohl parallel der Längsachse, als auch unter Winkeln zu ihr, von zahlreichen Muskelfibrillen durchzogen, ihren Wirkungen ist die eigenthümliche gefäßartige Form der Lakunen zuzuschreiben.

Das Wasser, welches in die Lakunen gelangt ist, mischt sich in ihnen und den venösen Bahnen mit dem, aus den Arterien zufließenden Blute, passirt mit diesem die Falten des BOJANUS'schen Organes, wo es von etwaigen stickstoffhaltigen Substanzen befreit wird, tritt in die Kiemen oder umgeht sie, und gelangt dann ins Herz; es ist also Wasser-

blut, welches vom Herzen aus durch die Aorta und die übrigen Arterien gepresst wird. Dieses erfrischt sich stets wieder in den Lakunen, da die Kiemenathmung nicht ausreicht, um so mehr nicht, als ein Theil des Blutes dieselben umgeht und direkt ins Herz zurückfließt[1]. —

Fragen wir uns nun: wohin führen die drei Pori aquiferi auf der Fußkante der Najaden? Sie münden ebenfalls direkt in das Lakunensystem ein, im Detail weichen aber die Verhältnisse von denen der Mytiliden ab.

Die Pori aquiferi selbst sind nicht Quer-, sondern Längsspalten, welche parallel der Längsachse des Fußes gerichtet sind.

Wenn Sabatier schon von Mytilus behauptet, dass der Porus schwer aufzufinden sei, so behaupte ich dies für die Najaden erst recht.

Ich weiß nicht ob Carrière hinsichtlich der Wasseraufnahme solche Versuche, wie ich sie eingehend beschrieben habe, auch angestellt hat, da er so schroff behauptet, eine Wasseraufnahme finde überhaupt nicht statt. —

Wenn schon Leydig[2] am Embryo von Cyclas cornea, an denjenigen Stellen, wo Wasser in die Fußkante eintritt, längere Wimperhaare abbildet, so finde ich dasselbe Verhalten am Fuße von Anodonta und Unio (Fig. 5). Mit von Hessling[3] finde ich den ganzen Fuß von Anodonta und Unio (Fig. 5) mit einem lebhaft flimmernden einfachen Epithel überzogen, dessen Zellen palissadenförmig eng an einander gedrängt auf einer strukturlosen Membran stehen und wegen der Kontraktilitätsverhältnisse verschieden große, oft dichotomisch sich theilende, weite Strecken verlaufende Rinnen zwischen sich lassen, welche man bei kontrahirten Thieren auf Querschnitten schön zu Gesichte bekommt.

Die Länge der Zellen bei Anodonta (Fig. 12) beträgt 0,0199 mm, die Breite 0,01 mm; die Größe des Nucleus finde ich variabel, meist 0,005 mm, die Länge der Cilien beträgt am Rande der Pori aquiferi 0,0299 mm. Die Maße einer isolirten Zelle vom Rande des mittleren Porus bei Unio sind folgende (Fig. 14):

Länge 0,0152 mm, Breite 0,01 mm, die Größe des Kernes ist 0,004 mm, die Länge der Cilien 0,0225 mm[4].

[1] Über die Stromrichtung des Blutes vgl. auch Sabatier, l. c.

[2] Leydig, l. c. Über Cyclas cornea. Fig. 10. [3] von Hessling, l. c. p. 266.

[4] Schon im Jahre 1866, im II. Bd. des Arch. f. mikr. Anat., giebt Dr. P. Marchi in seinen Beobachtungen über Wimperepithel eine Bemerkung über das Flimmerepithel des Fußes bei Anodonta (p. 468). Seiner Ansicht, dass nur die beilförmige Schneide des Fußes der Najaden Wimperepithel trage, kann ich nicht beipflichten, muss vielmehr mit von Hessling dieses dem ganzen Fuße zuerkennen; die von mir angegebenen Maße von Flimmerzellen stimmen nicht mit denen Marchi's überein, nähern sich bei Unio aber ganz den Angaben von Hessling's. Spätere Mittheilungen Marchi's über diesen Gegenstand habe ich nicht auffinden können.

Auf Querschnitten (vgl. Fig. 4 und 5) sind die Ränder der Pori lippenförmig gewulstet, das Epithel wird nach Innen zu kleiner und hört schließlich auf, so dass die strukturlose Membran frei liegt, auf welcher Lakunen ausmünden. Von einer Verwechselung mit quergeschnittenen Epithelrinnen — ich betone es nochmals — kann hier nicht die Rede sein. Zur Anfertigung solcher Querschnitte lässt man am besten ein Thier in der von Sabatier angegebenen Weise absterben, oder in der von Flemming beschriebenen Methode gefrieren. Man legt nach dem Abspülen mit destillirtem Wasser die Abschnitte des Fußes, an welchen sich die vorher aufzusuchenden Pori aquiferi finden, in starke Osmiumsäure. Man wähle die Stücke nicht zu groß, da die Osmiumsäure nicht sehr tief eindringt. Abgesehen von dem bekannten Nachdunkeln hat diese Methode das Gute an sich, dass keine oder nur geringe Schrumpfung eintritt. Wählt man absoluten Alkohol zum Härten, so tritt oft eine derartige Schrumpfung ein, dass man schon nach wenigen Stunden die vorher schön sichtbaren Pori aquiferi an den Fußabschnitten kaum noch zu erkennen im Stande ist. Mytilus und Dreyssena habe ich allerdings meist in Alkohol gehärtet; mit Vortheil kann man sich auch einer Anfangs schwachen, hernach koncentrirteren Chromsäurelösung bedienen. Wenn das Objekt zum Schneiden hart genug ist, bette man es in Paraffin, welchem etwas Schweinefett zugesetzt wurde, und entnehme, um sich eine rechte Vorstellung von dem Porus zu machen, Serienschnitte im Mikrotom.

Nach solchen Schnitten sind die Fig. 4, 5, 8, 9, 13 gezeichnet. Will man Injektionspräparate schneiden, so führe man die Injektion entweder an gefrornen und hernach aufgethauten Thieren[1] durch vorsichtiges Einführen des Tubus in den mittleren Porus aus, oder man injicire das frische Thier entweder in der Weise, dass man den Tubus durch die leicht geöffneten Schalen einführt und die Masse gegen die Fußschneide treibt, oder durch vorsichtiges Einführen des Tubus in den mittleren Porus, welcher deutlich erscheint, wenn man den ausgestreckten Fuß sanft zwischen Schalen und Finger einklemmt; im letzteren Falle verbreitet sich die Masse nur über ein sehr kleines Gebiet. Als Injektionsflüssigkeit kann man sich vortheilhaft eines mit Pikro-Hämatoxylin gefärbten Glycerins bedienen, welches mit etwas Gummi arabicum versetzt wird. Alsdann öffne man die Schalen, entferne das Herz und lasse das Thier eine Zeit lang liegen, bis die Kontraktionen des Fußes nachgelassen haben, endlich verfahre man, wie oben angegeben.

Mit Vortheil lässt sich auch ein Trocknungsverfahren verwenden.

[1] Flemming, Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XV, p. 252—55.

Als Injektionsflüssigkeit wähle man dann in der Kälte flüssigen, gefärbten Leim, die Fußabschnitte lege man in ein Gemisch von Terpentinol und Kanadabalsam, nachdem sie vorher mit Alkohol und Terpentinöl behandelt wurden, und lasse dieselben, davon halb bedeckt, so lange an der Luft liegen, bis sie völlig eingetrocknet sind, alsdann entnehme man in, für Trockenpräparate, bekannter Weise Querschnitte; dieselben sind in Chloroform auszuziehen und dann entsprechend weiter zu behandeln.

Man sieht auf gelungenen Querschnitten (Fig. 18) die vermeintlichen Flemming'schen Schleimzellen, i. e. die Lakunen des Fußes, umschlossen von dem Balkennetze des Gallertgewebes und von Muskelbündeln vor sich — und jeder Gedanke, dass dies geschlossene blasenartige Hohlräume sein könnten, gleitet ab an dem Umstande, dass dieselben, überall mit einander anastomosirend, durch Injektionsmasse gefüllt sind und gefärbte Blutkörperchen, da wo Injektionsmasse weniger eingedrungen, enthalten [1].

[1] Zum Studium der »Schleimzellen« empfiehlt Flemming (vgl. die Habilitationsschrift p. 4, 5) das frische Gewebe im gefrorenen Zustande im Mantel von Anodonta namentlich aber von Mytilus zu untersuchen. Er sagt: »Wenn man das Deckglas anhaltend drückt und beklopft, während man zugleich den Rand des Präparates betrachtet, so sieht man die hier befindlichen Kugeln in einer Weise ihre Form verändern und flottiren, welche über das Flüssigsein ihres Inhaltes keinen Zweifel lässt.«

Ich habe nachträglich diese Untersuchungen nochmals wiederholt und dasselbe gesehen wie Flemming.

Ich ließ dann ferner frische Thiere sich mit Farbstofflösungen durch Selbstinjektion füllen und habe dann dieselben Untersuchungen angestellt. Dies, glaube ich, hat Flemming nicht gethan, denn sonst würde er wie ich den Farbstoff, ja an Partien der Fußschneide oftmals sogar von den in das gefärbte Wasser hineingestreuten Pulvern, etwas im Innern der kugelartigen Gebilde wahrgenommen haben. Wie kommt dies Alles dort hinein, wenn die Kugeln Zellen sind?!

Welche Bewandtnis es nun mit den besprochenen Kernen hat, ist mir einstweilen räthselhaft. Ich habe diese Gebilde in ihrer kaum zu verkennenden Kernnatur, ehe ich die Flemming'schen Präparate kannte, nicht gesehen, dagegen deutlich Blutkörperchen gefunden. — Wenn Blut plus Wasser im Körper der Mollusken, wie in dem vieler anderer Wirbellosen kreist — vgl. darüber auch den herrlichen Abschnitt: »Die Aufnahme des Wassers in das Innere des Körpers« in Bergmann u. Leuckart —, dann kann es uns auch nicht Wunder nehmen, wenn fremdartige Stoffe in die Gefäßbahnen eindringen. Ich habe Diatomaceen selbst im Herzblute von Anodonta gefunden und in einem Flemming'schen Präparate von Mytilus findet sich eine Diatomee — ich halte, so weit meine Diatomaceenkenntnis reicht, das Ding für eine Actinoptychus-Species aus der Kieler Bucht — in einer der »Schleimzellen«. Wenn diese, wie ich nach meinen Untersuchungen absolut nicht umhin kann anzunehmen, Lakunen sind, dann ist das Eindringen derartiger Fremdkörper in sie eben so begreiflich, wie das Vorfinden derselben im Herzen, oder in den Arterien, oder in irgend einem Gefäßzweige. Sind die »Schleimzellen« wirkliche Zellen, dann würde ein solcher Fremdkörper also wohl durch Zufall beim Anschneiden einer derselben dort hinein gelangt sein. — Dass überhaupt Fremdkörper in den Gefäßbahnen der Thiere sich finden, ist zwar bizarr genug, aber bei der Wasseraufnahme unausbleiblich; denn, obgleich das Schlagen der Wimperhaare an den Pori aquiferi sicher auch dazu dient, fremde Substanzen am Eindringen zu verhindern, so ist ein solches dennoch nicht dadurch ganz unmöglich gemacht.

»Es ist das Los des Menschen, dass er irrt« — es ist immerhin ja noch mög-

Was die Form der Lakunen anbelangt, so verweise ich auf den vorigen Abschnitt. Ich finde im Übrigen, dass die Anastomosen in der Richtung zur Fußschneide oft in die Länge gezogen erscheinen, und dass solche verlängerte Lakunenabschnitte wie bei den Mytiliden direkt durch die Pori aquiferi ausmünden; als besondere Kanäle aber können diese in die Länge gezogenen Lakunen nicht aufgefasst werden. Das durch von Hessling abgebildete spongiöse Gewebe im Fuße von Unio, welches mit einem besonderen Kanale ausmünden soll, existirt als solches nicht, sondern ist sammt diesem ein Theil des Lakunennetzes des Fußes.

Das aufgenommene und alsdann mit Blut vermischte Wasser fließt, wie bei den Mytiliden durch das Bojanus'sche Organ, durch die Kiemen, oder mit Umgehung dieser, direkt ins Herz, um von dort aus in den arteriellen Theil des Gefäßapparates getrieben zu werden. In den Hohlraum des als Niere[1] fungirenden Bojanus'schen Organes gelangen durch Dehiscenz von Zellen aus dem Blute abgesonderte, meist feste Produkte, und werden mit dem, das Organ ausfüllenden, aus dem rothbraunen Mantel und dem Pericardium stammenden Wasser, mit Hilfe von rhythmischen Kontraktionen aus dem gewöhnlich geschlossenen Bojanus'schen Athemloch ausgestoßen und jedes Mal, wenn das Thier, wie ich oben genau beschrieben, durch den mit Tentakeln besetzten Mantelschlitz einen Wasserstrahl auswirft, in das umgebende Medium geschafft. — Wenn man das Thier so legt, dass der hintere Theil ein wenig über die Oberfläche emporragt, so gelingt es bei Vorsicht und einiger Geschicklichkeit einen solchen Wasserstrahl ganz oder theilweise aufzufangen.

In diesem Wasserauswurf weist das Mikroskop bei frischen und unversehrten Thieren Blutkörperchen, allerhand fremde Gegenstände, und jene eigenthümlichen, gelbgrünen und bräunlichen Konkremente[2] nach, welche sich in den Zellen der Falten des Bojanus'schen Organes finden.

Was den eigentlichen Vorgang der Wasseraufnahme anbelangt, so finden sich darüber für Mytilus schon bei Sabatier hübsche Bemerkungen, und ich schließe mich, da ich selbst Versuche nicht machen konnte, denselben für die Mytiliden im großen Ganzen an.

Über die Najaden möchte ich Folgendes berichten:

lich, dass Kollmann's und meine Annahmen von der Natur der Dinge als Lakunen sich irrig erweisen, einstweilen aber, ehe nicht weitere eingehende Untersuchungen über diesen schwierigen, aber hoch interessanten Gegenstand vorliegen, halte ich an dem fest, was meine Beobachtungen mich lehren.

[1] Ich kann nur von Ihering (Zeitschrft f. w. Zool. Bd. XXIX, 1877 p. 602) zustimmen, dass die Bedeutung der Niere für die Wasseraufnahme ins Blut bei den Mollusken überhaupt bedeutend überschätzt worden sei. — In der neuesten Kollmann'schen Arbeit wird das Bojanus'sche Organ als Segmentalorgan betrachtet.

[2] Griesbach, l. c. Taf. VII, Fig. 9 und 12.

Nach meinen eingehenden Beobachtungen und Untersuchungen glaube ich annehmen zu müssen, dass nicht nur temporär, sondern permanent Wasser aufgenommen wird.

Dafür sprechen meine Beobachtungen des, unter strudelartiger Bewegung stattfindenden, Einschlüpfens von gefärbten Substanzen durch die leicht geöffneten Schalen oder durch Mantelschlitze in der Nähe der Pori aquiferi, oder, wenn hier die Schalen geschlossen, durch den Athemsipho, wobei alsdann, wie ich nachwies, eine Strömung über die Seitenflächen des Fußes zu den Pori aquiferi verläuft. Es ist also zur Aufnahme von Wasser nicht etwa das Ausstrecken des Fußes unbedingt erforderlich. Ich glaube in dieser Ansicht mit Kollmann[1] übereinzustimmen, glaube aber, dass Sabatier[2] den Sinn der Kollmann-schen Aussprüche falsch aufgefasst hat, wenn er sagt: Il ressort de là — dass nämlich die Muscheln oft lange Zeit ruhig mit eingezogenem Fuße, die Schalen leicht geöffnet, liegen — que le gonflement du pied serait la condition et l'indice de l'introduction de l'eau, et que cette introduction n'aurait lieu qu'à des intervalles éloignés d'une ou plusieurs semaines.

Diesen Sinn kann ich aus Kollmann's Zeilen nicht herauslesen; denn es heißt unter Anderem daselbst: »Wenn ferner der Fuß verhältnismäßig schnell zwischen dem Mantel hervorquillt, so darf man darum noch nicht schließen, dass eben so schnell auch die Wasseraufnahme stattgefunden habe.« —

Eine permanente Wasseraufnahme halte ich aus verschiedenen Gründen für nothwendig. Es dient nämlich bei der Unvollständigkeit eines Respirationsorganes, welches überdies noch getheilte Funktion hat, das aufgenommene Wasser der Athmung; fortwährend wird auf diesem Wege neuer Sauerstoff direkt den Geweben und Organen übermittelt. Ferner trägt das aufgenommene Wasser meiner Ansicht nach zur Bildung des großen Schalenpaares wesentlich bei, indem Kalksalze auf diesem Wege eingeführt werden. Endlich hat das verbrauchte Wasser den Zweck feste (Harn-?) Konkremente aus der Niere herauszuspülen[3].

Selbst wenn die Thiere, von Gefahr umgeben, allseitig ihre Schalen geschlossen haben, ist das immer noch in genügender Menge zwischen den Schalen vorhandene Wasser, welches dann allein aufgenommen wird, auf einige Zeit ausreichend, um den Erfrischungsprocess im Organismus vor sich gehen zu lassen.

[1] Kollmann, Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXVI, p. 99.
[2] Sabatier, l. c. p. 462.
[3] Über die physiologische Wichtigkeit des aufgenommenen Wassers siehe auch Bergmann u. Leuckart p. 284, 285.

Was nun das Ausstrecken des Fußes bei dem Thiere anbelangt, so geschieht dies nicht etwa, um sich damit nun besonders vollzusaugen, sondern lediglich desswegen, um sich in ungewohnten Verhältnissen über seine Umgebung zu orientiren und damit Ortsbewegungen vorzunehmen. Diese letzteren sind oft nicht gering. Ich darf hier wohl eine mündliche Mittheilung des Herrn Professor Kollmann einflechten. Derselbe hat mehrfach an seichten Stellen des Wassers beobachtet, wie die Thiere um mehrere Fuß weit sich von ihrem ursprünglichen Standorte entfernten; eine charakteristische Furche im Sande war die zurückgebliebene Spur, nach welcher man das Maß der Entfernung abschätzen konnte.

Das Ausstrecken des Fußes beruht in erster Linie auf dem Erschlaffen der Gesammtmuskulatur, welches das Thier willkürlich bewerkstelligen kann. Dass der Fuß dann oft stark angeschwollen erscheint, hat seinen Grund darin, dass der Muskeldruck auf das Gefäßsystem nachgelassen hat und nun das Wasser-Blut namentlich die Lakunen stärker füllt, um so mehr, da in diesem Zustande eine weitere Wasseraufnahme ja nicht ausgeschlossen ist; denn dass diese auch bei ausgestrecktem Fuße stattfindet, davon kann sich Jeder selbst an den Strudelbewegungen überzeugen, in welche fein vertheilte Substanzen in der Nähe der Fußschneide gerathen, und Leydig's und meine Beobachtungen unter dem Mikroskope lassen darüber gar keinen Zweifel aufkommen.

Interessant sind noch die Erscheinungen, welche plötzlich eintretende Angriffe auf den ausgestreckten Fuß nach sich ziehen. — Berührt man die Thiere, welche mit ausgestrecktem Fuße im Bassin[1] liegen, sanft, oder bewegt das letztere, so ziehen sie augenblicklich, aber ohne heftige Kontraktion, denselben ein. Dabei gelangt eine größere Menge Wasser, als es im gewöhnlichen Zustande zu geschehen pflegt, plötzlich in die venösen Bahnen — die Folge davon bleibt nie aus: Sobald das letzte Stück des Fußes zwischen den Schalen verschwindet, erfolgt, mächtiger als gewöhnlich, in Folge der Kontraktion des Bojanus'schen Organes und des durch die Schließmuskeln vermehrten Druckes der Schalen, ein Wasserauswurf aus dem hinteren Mantelschlitz. Liegt das Thier außerhalb des Wassers, etwa auf Löschpapier, so wird man, und zwar besser als im Wasser, doch nie bemerken, dass irgend wo anders ein Wasserstrahl hervordringt. Nimmt man aber ein den Fuß ausstreckendes, frisches Thier plötzlich mit etwas Gewalt aus dem Wasser, dann tritt eine heftige Kontraktion des ganzen Organismus

[1] Man kann Behufs dieses Versuches auch das Carrière'sche Experiment anwenden und die Thiere den Fuß außerhalb des Wassers ausstrecken lassen.

ein. Die Muskulatur legt dabei die Fußschneide oft in Runzeln und treibt sie blasig auf, das durch die Kontraktion der Muskeln gedrängte Wasserblut kann, um so mehr, da die Kontraktion überall auftritt, nicht so schnell durch das Bojanus'sche Organ entleert werden, und die bekannten Wasserstrahlen treten auf. Dass unter solchen Verhältnissen die zarten Wände der Organe, namentlich auch die Mantelränder einreißen können, ist begreiflich, entleert doch eine Holothurie bei derartigen Kontraktionen ihre gesammten Eingeweide. Eine Zerreißung zu konstatiren, ist sehr interessant. Fixirt man bei solchem Versuche an einer großen Anodonta einen aus dem Mantelrande tretenden Wasserstrahl mit dem Auge, bricht schnell die Schalen aus einander und schneidet oder reißt die betreffende Mantelpartie ab, bringt das Stück dann in Essig, spült mit destillirtem Wasser etwaigen Schleim ab und sucht mit einer scharfen Lupe, so findet man den Riss mit unebenen, gezackten Rändern; seine große Verschiedenheit von einem normalen Porus ist ersichtlich, namentlich dann, wenn man nach den angegebenen Methoden Querschnitte davon anfertigt. —

Wenn also Wasserstrahlen an irgend einer anderen Stelle, als an dem Athem- und Kloakensipho hervordringen, so ist die Ursache davon stets in anormalen Umständen zu suchen. Am normalen Organismus tritt durch die Pori aquiferi Wasser nur ein; durch das Bojanus'sche Organ (und dann durch die Kloaken- und Athemöffnung oder meist nur durch letztere) nur aus. Zuletzt erwähne ich hier noch das Experiment, welches Carrière angestellt hat, und auf Grund dessen er eine Wasseraufnahme überhaupt entschieden in Abrede stellen zu müssen glaubt. Es ist das schon kurz erwähnte Experiment, dass die Thiere auch außerhalb des Wassers ihren Fuß auszustrecken vermögen. Der Versuch war mir längst bekannt, ein Beweis gegen Wasseraufnahme ist er absolut nicht, und meine Deutung ist folgende: Wenn man das frisch gefangene Thier auf Löschpapier legt, nachdem man möglichst viel Wasser hat ablaufen lassen, so streckt dasselbe im günstigsten Falle auch auf dem Papier seinen Fuß aus. Der Grund des Vorstreckens, welches durch die Erschlaffung der Muskulatur erfolgt, ist ein Unbehagen des Thieres, es möchte sich gern aus dieser Situation, die ihm über kurz oder lang zum Nachtheil gereicht, befreien und wenn möglich, das heimische Element zu gewinnen suchen[1]. Aber selbst in

[1] Folgenden interessanten Versuch kann ich nicht umhin hier mitzutheilen: Legt man eine ganz frische Anodonta auf ein mit Löschpapier überdecktes Brett, neigt dasselbe ein wenig, und befestigt es so, dass es mit dem geneigten Ende die Wasseroberfläche im Bassin fast berührt und befeuchtet dann das Löschpapier zwischen dem ausgestreckten Fuße des Thieres — dieses muss mit dem Rücken vom Bassin abgewandt liegen — und dem geneigten Ende des Brettes, so dass das Thier diese Feuchtigkeit spürt, so macht dasselbe eifrigst Anstalt, sich mit dem Fuße in der Richtung, wo die Feuchtigkeit sich befindet, zu bewegen. Der Fuß macht, indem

diesem Zustande wird noch, fast unmerklich, spurenweise Wasser durch die Pori aquiferi aufgenommen. Von der feuchten Oberfläche der Organe rieselt mit Hilfe der Flimmerung, namentlich in den immer vorhandenen Kontraktionsrillen zwischen dem Epithel, immer noch etwas Wasser bis zur Fußschneide. Der ganze Fuß sieht unter der Lupe aus, als wäre er mit Millionen feiner Wassertropfen bestreut. Doch lange erträgt das Thier diesen Zustand nicht, es nimmt Abstand von vergeblichen Bemühungen sich aus dieser peinlichen Lage zu befreien, zieht den Fuß ein, schließt die Schalen überall fest, um sie nicht eher wieder zu öffnen, als bis man es in sein heimisches Element zurückträgt oder, wenn dies nicht geschieht, bis Collaps eintritt.

Ich gedenke hier zugleich noch des Experimentes, an Natica heros und Mactra solidissima, welches Agassiz [1] beschreibt. Dieses ist, so viel ich ohne eigene Beobachtung beurtheilen kann, auch ein schlagender Beweis für Wasseraufnahme.

Ich weiß nicht, ob Carrière Gelegenheit gehabt hat selbst Beobachtungen an Natica heros zu machen, da er so entschieden der Erklärung von Agassiz, obgleich derselbe die von Carrière ausgesprochene besonders ausschließt, entgegentritt. —

Somit bin ich am Ende meiner Mittheilungen über das Gefäßsystem und die Wasseraufnahme bei den Najaden und Mytiliden angelangt und fasse die wichtigsten Resultate derselben in folgende Thesen zusammen:

Résumé.

1) Das Gefäßsystem ist in seinen peripherischen Bahnen nicht geschlossen, sondern zwischen dem arteriellen und venösen Kreislaufsabschnitte schieben sich wandungslose, endothelfreie Lücken, i. e. Lakunen im Gallertgewebe ein.
2) Wirkliche Kapillaren im physiologischen Sinne sind im Muschelleibe nicht, oder nur auf die Kiemen einiger Formen beschränkt, vorhanden.
3) Der venöse Theil des Gefäßsystems ist unvollständig und repräsentirt den Rest des Coeloms, die Lakunen sind Coelom κατ' ἐξοχήν.
4) Die sogenannten Langer'schen Blasen oder Flemming'schen Schleimzellen existiren als solche nicht, sondern sind die eigentlichen Lakunen.
5) Besondere Schwellgewebe existiren nicht.

er sich gewissermaßen mit der umgeklappten Schneide an die Unterlage anklebt, Zug- und Schiebbewegungen, und, wählte man die Entfernung klein, so gelangt das Thier ruckweise, in schiefer Lage, bis an den Brettrand, dort verliert der Fuß die Unterlage, aber spürt beim Umschlagen das Wasser, noch ein Ruck und das Thier gleitet, indem es auf dem Brettrand zugleich das Gleichgewicht verliert, hinein.

[1] Agassiz, l. c. p. 179.

6) Das Gefäßsystem ist auch im Innern des Organismus kein geschlossenes, sondern kommunicirt mit dem umgebenden Medium.
7) Die Flüssigkeit, welche im Gefäßapparate cirkulirt, ist ein Gemisch von blutartigen Bestandtheilen mit Wasser.
8) Die Einfuhr des Wassers geschieht durch die Pori aquiferi, diese dienen nur dem Eintritte, der Austritt wird durch das Bojanus'sche Organ vermittelt.
9) Ein besonderes Wassergefäßsystem existirt nicht.
10) Die Wasseraufnahme findet permanent statt.

Ich möchte diese Abhandlung nicht der Öffentlichkeit übergeben, ohne zugleich nach drei Seiten meinen Dank abzustatten. Den Herren Prof. Dr. Kollmann (Basel) und Flemming (Kiel) bin ich sehr verpflichtet für die Liebenswürdigkeit, mit welcher sie mir wichtige litterarische Notizen, die ich sonst kaum hätte erlangen können, und einen Theil ihrer Präparate zu Gebote stellten. Endlich sage ich der Verwaltung der Kaiserlichen Universitäts- und Landes-Bibliothek zu Straßburg i. Els. meinen Dank für die Bereitwilligkeit und Schnelligkeit, mit welcher dieselbe meinen fortwährenden Wünschen nach einschlägiger Litteratur entsprochen hat.

Mülhausen i. Els., im Juli 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Dorsalansicht einer Anodonta; die Pfeile deuten die Wasserströmung an.
1, Athemöffnung;
2, Kloakenöffnung.
Fig. 2. Ventrale Ansicht von Unio.
1, Athemöffnung;
2, Fuß;
3, vorderer Porus aquif.;
4, mittlerer Porus aquif.;
5, hinterer Porus aquif.
Fig. 3. Anodonta geöffnet, die rechte Schale ist entfernt, die rechte Mantelhälfte zurückgeschlagen.
1, Fuß;
2, vorderer Porus aquif.;
3, mittlerer Porus aquif.;
4, hinterer Porus aquif.
Fig. 4. Querschnitt durch den vordersten Porus aquiferus von Anodonta. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. 0. Oc. 0.)
1 und *2*, Gallertgewebe und Muskeln;
3, der Porus.

Fig. 5. Querschnitt durch den Fuß von Anodonta im mittleren Porus aqui (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. II. Oc. 0.)

1, Gefäße;
2, Lakunen;
3, Gallertgewebe pigmentirt;
4, Muskeln;
5, Epithel;
6, Porus aquiferus.

Fig. 6. Ventralansicht von Anodonta.

1, Mantelschlitz vor dem mittleren Porus aquiferus;
2, Fuß;
3, Mantel;
4, Mantelschlitz vor der Mundöffnung.

Fig. 7. Ansicht des Spinnfingers von Dreyssena.

1, Querer Porus aquiferus;
2, schmale Vertiefung um denselben.

Fig. 8. Querschnitt durch den Spinnfinger von Mytilus. Injektion der Laku nen. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. 0. Oc. 0.)

1, Gefäße;
2, mediane Lakune in Form eines kanalartigen Ganges;
3, gefäßartige Lakunen;
4, Gallertgewebe; bei der schwachen Vergrößerung natürlich nicht deut lich differenzirt.
5, Muskeln;
6, Drüse;
7, Rinne.

Fig. 9. Querschnitt durch den Spinnfinger von Dreyssena. Injektion de Lakunen. Tinktion mit Jodgrün. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. 0. Oc. 0. Die Färbung der Abbildung stimmt nicht genau mit der des Präparates, auf welchen Drüsengewebe eigenthümlich glänzend dunkelgrün, Epithel blaugrün, Muskulatu strohgelb gefärbt erscheint.

Bezeichnung wie bei Fig. 8.
8, Epithel.

Fig. 10. Cylinderepithelzellen mit Wimperhaaren vom Porus aquiferus be Mytilus. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. IV. Oc. I.)

Fig. 11. Isolirte Cylinderepithelzelle mit Wimperhaaren vom Porus aquiferu bei Dreyssena. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. V. Oc. I.)

Fig. 12. Zellen vom mittleren Porus aquiferus von Anodonta cellensis. (Ge zeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. IV. Oc. I.) Die eine Zelle enthält Pigment

Fig. 13. Querschnitt durch den Spinnfinger von Mytilus. — Färbung mit Pikro karmin (aber etwas ammoniakalisch). (Gezeichn. mit Eng. u. Hens. Syst. 0. Oc. 0.)

Bezeichnung wie bei Fig. 8.
8, Blutkörperchen;
9, engmaschiges Lakunennetz des eigentlichen Fußes.

Fig. 14. Zellen vom mittleren Porus aquiferus von Unio. (Gezeichnet mi Engell und Hensoldt Syst. IV. Oc. I.)

Fig. 15. Endothel nach einem Versilberungspräparate aus einem Kiemen gefäß (Kapillare) von Mytilus. (Engell und Hensoldt Syst. IV. Oc. I.)

Fig. 16. Endothel aus der Aorta von Anodonta. (Engell und Hensold Syst. IV. Oc. I.) Silberpräparat.

Fig. 17. Endothel in derselben Weise dargestellt und gezeichnet aus den Sinus Bojani von Anodonta.

Fig. 18. Querschnitt durch den Fuß von Unio nach einem Injektions- un Trockenpräparat. (Engell und Hensoldt Syst. V. Oc. I.)

1, injicirte Lakunen;
2, pigmentirtes Gallertgewebe mit Rund- und Spindelzellen.

Berichtigung: S. 18 Anm. 1 »Etwa das Zellprotoplasma?« fällt aus.
S. 27 Zeile 1 v. u. statt aquiferi lies acquiferi.

Fig. 14.

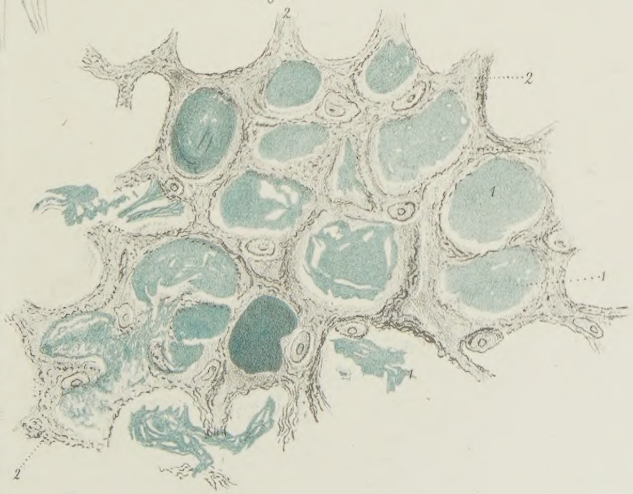
Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 10.

Fig. 15.

Fig. 18.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig